

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-177684

(43)Date of publication of application : 12.07.1996

(51)Int.Cl.

F02M 61/18
F02M 61/18
F02B 17/00
F02B 23/10
F02D 41/34
F02M 61/10

(21)Application number : 06-323103

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 26.12.1994

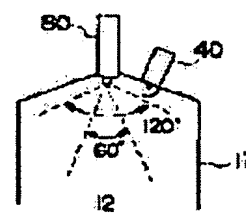
(72)Inventor : OYAMA TAKASHIGE
FUJIEDA MAMORU
SHIRAISHI TAKUYA
NOGI TOSHIJI
OSUGA MINORU

(54) FUEL INJECTION VALVE AND INTERNAL COMBUSTION ENGINE DEVICE PROVIDED WITH THIS FUEL INJECTION VALVE

(57)Abstract:

PURPOSE: To perform stable combustion over a wide operating range further to reduce a harmful component in exhaust gas.

CONSTITUTION: In a fuel injection valve 80, a spread atomized angle can be changed of fuel injected from this fuel injection valve. The fuel injection valve 80 is mounted in a cylinder 17 so as to directly inject fuel from this fuel injection valve 80 into a cylinder chamber 12. The spread atomized angle of fuel is widened with fuel from the fuel injection valve 80 facing in a direction of a terminal of a spark plug 40, to form a good mixture in the vicinity of this terminal, at partial load time, and the spread angle of fuel is narrowed also to advance the fuel injection timing with mixing in air accelerated, at high load time.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

20.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The narrow angle spraying position where it has the following, and the aforementioned fuel flows [position / the aforementioned valve element] at the aforementioned path for narrow angle spraying, and this fuel does not flow at the aforementioned path for wide angle spraying, In between the wide angle spraying position where this fuel flows at this fuel path for wide angle spraying, and the valve-closing positions where this fuel does not flow at this fuel path for narrow angle spraying at this fuel path for wide angle spraying possible [movement] It is the fuel injection valve which the valve element move space of the aforementioned valve casing is formed, and injects the fuel for internal combustion engines characterized by the ability of the aforementioned valve element centering-control means to move the aforementioned valve element between the aforementioned narrow angle spraying position, the aforementioned wide angle spraying position, and the aforementioned valve-closing position. Valve casing by which the valve element move space currently formed while being the fuel path where one edge serves as a fuel entrance, and the other-end section serves as a fuel exhaust nozzle, and this fuel path is established in the interior. The valve element arranged possible [movement] in the aforementioned valve element move space in the aforementioned valve casing. A valve element centering-control means to adjust the position of the aforementioned valve element in the aforementioned valve element move space. The path for narrow angle spraying where the degree of angle of divergence of the fuel which will be sprayed as the aforementioned fuel path currently formed in ***** and the aforementioned valve casing if it passes along this turns into a specific angle defined beforehand, and the path for wide angle spraying where the degree of angle of divergence of the fuel which will be sprayed if it passes along this becomes larger than this specific angle.

[Claim 2] It is the shaft (it considers as an injection medial axis hereafter.) of imagination which was equipped with the following and has turned to the direction where the aforementioned space outlet side path is fixed. one path among the paths which were divided into two just before reaching the aforementioned valve element move space, and were been alike and divided into two It is formed so that the fuel which flowed into the aforementioned valve element move space from there may circle in the aforementioned injection medial axis as a center. the path of another side It is formed so that the revolution force of fuel in which the fuel which flowed into this valve element move space from there flows in from one [this] path, and is circling in this valve element move space may be weakened. The fuel injection valve according to claim 1 characterized by for aforementioned one path having accomplished the aforementioned path for wide angle spraying, and the path of aforementioned another side having accomplished the aforementioned path for narrow angle spraying. The space entrance-side path which leads the aforementioned fuel in the aforementioned valve element move space from the aforementioned fuel entrance as the aforementioned fuel path. The space outlet side path which leads the aforementioned fuel in this valve element move space to the aforementioned fuel outlet.

[Claim 3] it has the following and two or more aforementioned space outlet side paths are formed --

having -- each edge -- the aforementioned fuel outlet -- forming -- some groups among two or more of these space outlet side paths -- a space outlet side path The shaft of imagination which has turned to the fixed direction (it considers as an injection medial axis hereafter.) It is extended in the direction which accomplishes the specific angle which it received and was defined beforehand. the space outlet side path of other remaining groups It is the fuel injection valve according to claim 1 characterized by the outlet side path of a group besides the above having accomplished the aforementioned path for wide angle spraying by being extended in the direction which accomplishes a larger angle than this specific angle to this injection medial axis, and the space outlet side path of the former Norikazu group accomplishing the aforementioned path for narrow angle spraying. The space entrance-side path which leads the aforementioned fuel in the aforementioned valve element move space from the aforementioned fuel entrance as the aforementioned fuel path. The space outlet side path which leads the aforementioned fuel in this valve element move space to the aforementioned fuel outlet.

[Claim 4] The four stroke cycle engine which has the piston which carries out both-way movement inside a cylinder and this cylinder, and the ignition plug which scatters sparks inside this cylinder, A fuel injection valve according to claim 1, 2, or 3 and a fuel-injection-timing regulation means to adjust the stage when fuel is injected from the aforementioned fuel injection valve, A fuel-oil-consumption operation means to calculate the fuel oil consumption injected from the aforementioned fuel injection valve, While directing to change the stage to inject fuel from the aforementioned fuel injection valve to the aforementioned fuel-injection-timing regulation means according to whether the aforementioned fuel oil consumption which the aforementioned fuel-oil-consumption operation means calculated became the value defined beforehand It has the control means it is directed that change the position of the aforementioned valve element to the aforementioned valve element centering-control means of the aforementioned fuel injection valve. the aforementioned fuel injection valve Internal combustion engine equipment characterized by being prepared in this cylinder so that the fuel injected when fuel can be injected directly into the interior of the aforementioned cylinder and the aforementioned valve element is located in the aforementioned wide angle spraying position may go in the direction of the terminal of the aforementioned ignition plug.

[Claim 5] The aforementioned four stroke cycle engine is internal combustion engine equipment according to claim 4 which the aforementioned piston carries out both-way movement, and is characterized by having the mirror cycle execution means which makes the expansion stroke in this expansion process larger than the compression stroke in this pressing operation in the process which repeats an inhalation-of-air process, a pressing operation, an expansion process, and an exhaust air process.

[Claim 6] Internal combustion engine equipment according to claim 4 or 5 which is equipped with the catalyst which removes the injurious ingredient in the exhaust gas exhausted from the aforementioned four stroke cycle engine, and is characterized by having the metal ion exchange zeolite catalyst and the platinum alumina system catalyst as the aforementioned catalyst.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the fuel injection valve which injects direct fuel in the cylinder of a four stroke cycle engine, and internal combustion engine equipment equipped with this fuel injection valve.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, as an internal combustion engine which injects fuel directly into a cylinder, there are some which are indicated by JP,60-30420,A, for example.

[0003] This internal combustion engine is equipped with the fuel injection valve by which the direction of fuel injection was turned in the direction of an ignition plug, and the air-injection valve which injects air so that it may interfere in the fuel with which it is injected from this fuel injection valve. With this technology, when few at the time of a low load, i.e., fuel oil consumption, while injecting fuel toward an ignition plug from a fuel injection valve, realization of thin combustion and pumping loss reduction are aimed at by injecting air from an air-injection valve and supplying fuel intensively into this fuel, around an ignition plug.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with such conventional technology, there is a trouble that an air-injection valve will be needed and a manufacturing cost will increase separately. Moreover, to make eccrisis of unburnt hydrocarbon as low as possible is desired as an antipollution measure in recent years.

[0005] such [this invention] a conventional trouble -- paying one's attention -- ** -- it is **, and it aims at offering the fuel injection valve which can realize stable combustion over a latus operating range, and internal combustion engine equipment equipped with this, suppressing the increase in a manufacturing cost as much as possible, and suppressing eccrisis of unburnt hydrocarbon as low as possible

[0006]

[Means for Solving the Problem] Valve casing by which the valve element move space currently formed as the fuel injection valves for attaining the aforementioned purpose are the fuel path where one edge serves as a fuel entrance, and the other-end section serves as a fuel exhaust nozzle, and this fuel path is established in the interior, The valve element arranged possible [movement] in the aforementioned valve element move space in the aforementioned valve casing, A valve element centering-control means to adjust the position of the aforementioned valve element in the aforementioned valve element move space, The path for narrow angle spraying where the degree of angle of divergence of the fuel which will be sprayed as the aforementioned fuel path currently formed in ***** and the aforementioned valve casing if it passes along this turns into a specific angle defined beforehand, The narrow angle spraying position where it has the path for wide angle spraying where the degree of angle of divergence of the fuel which will be sprayed if it passes along

this becomes larger than this specific angle, and the aforementioned fuel flows [position / the aforementioned valve element] at the aforementioned path for narrow angle spraying, and this fuel does not flow at the aforementioned path for wide angle spraying, In between the wide angle spraying position where this fuel flows at this fuel path for wide angle spraying, and the valve-closing positions where this fuel does not flow at this fuel path for narrow angle spraying at this fuel path for wide angle spraying possible [movement] The valve element move space of the aforementioned valve casing is formed, and the aforementioned valve element centering-control means is characterized by the ability to move the aforementioned valve element between the aforementioned narrow angle spraying position, the aforementioned wide angle spraying position, and the aforementioned valve-closing position.

[0007] The space entrance-side path where the aforementioned fuel injection valve leads the aforementioned fuel in the aforementioned valve element move space from the aforementioned fuel entrance as the aforementioned fuel path here, It is the shaft (it considers as an injection medial axis hereafter.) of imagination which had the space outlet side path which leads the aforementioned fuel in this valve element move space to the aforementioned fuel outlet, and has turned to the direction where the aforementioned space outlet side path is fixed. It considers as a center and is formed in the shape of a cylinder. the aforementioned space entrance-side path one path among the paths which were divided into two just before reaching the aforementioned valve element move space, and were been alike and divided into two It is formed so that the fuel which flowed into the aforementioned valve element move space from there may circle in the aforementioned injection medial axis as a center. the path of another side It is formed so that the revolution force of fuel in which the fuel which flowed into this valve element move space from there flows in from one [this] path, and is circling in this valve element move space may be weakened. It may be characterized by for aforementioned one path having accomplished the aforementioned path for wide angle spraying, and the path of aforementioned another side having accomplished the aforementioned path for narrow angle spraying.

[0008] Moreover, the space entrance-side path where the aforementioned fuel injection valve leads the aforementioned fuel in the aforementioned valve element move space from the aforementioned fuel entrance as the aforementioned fuel path, It has the space outlet side path which leads the aforementioned fuel in this valve element move space to the aforementioned fuel outlet. the aforementioned space outlet side path more than one are formed -- having -- each edge -- the aforementioned fuel outlet -- forming -- some groups among two or more of these space outlet side paths -- the shaft (it considers as an injection medial axis hereafter.) of imagination which has turned to the direction where a space outlet side path is fixed It is extended in the direction which accomplishes the specific angle which it received and was defined beforehand. the space outlet side path of other remaining groups It may be characterized by having been extended in the direction which accomplishes a larger angle than this specific angle to this injection medial axis, for the space outlet side path of the former Norikazu group having accomplished the aforementioned path for narrow angle spraying, and the outlet side path of a group besides the above having accomplished the aforementioned path for wide angle spraying.

[0009] Moreover, the internal combustion engine equipment for attaining the aforementioned purpose The four stroke cycle engine which has the piston which carries out both-way movement inside a cylinder and this cylinder, and the ignition plug which scatters sparks inside this cylinder, The aforementioned fuel injection valve and a fuel-injection-timing regulation means to adjust the stage when fuel is injected from the aforementioned fuel injection valve, A fuel-oil-consumption operation means to calculate the fuel oil consumption injected from the aforementioned fuel injection valve, While directing to change the stage to inject fuel from the aforementioned fuel injection valve to the aforementioned fuel-injection-timing regulation means according to whether the aforementioned fuel oil consumption which the aforementioned fuel-oil-consumption operation means calculated became the value defined beforehand It has the control means it is directed that

change the position of the aforementioned valve element to the aforementioned valve element centering-control means of the aforementioned fuel injection valve. the aforementioned fuel injection valve It is characterized by being prepared in this cylinder so that the fuel injected when fuel can be injected directly into the interior of the aforementioned cylinder and the aforementioned valve element is located in the aforementioned wide angle spraying position may go in the direction of the terminal of the aforementioned ignition plug.

[0010] Here, the aforementioned piston may carry out both-way movement, and the aforementioned four stroke cycle engine of the aforementioned internal combustion engine equipment may have the mirror cycle execution means which makes the expansion stroke in this expansion process larger than the compression stroke in this pressing operation in the process which repeats an inhalation-of-air process, a pressing operation, an expansion process, and an exhaust air process.

[0011]

[Function] The breadth spray angle of fuel injection timing of fuel or fuel has the relation of the hydrocarbon concentration regularity exhausted from an engine. Moreover, there is a fixed relation to the transformation efficiency of a catalyst and the hydrocarbon concentration in exhaust gas. Then, **** is investigated for these relations and the toxic substance in **** which controls the breadth spray angle of fuel injection timing of fuel or fuel, and exhaust gas can be efficiently removed using the fuel injection valve of this invention.

[0012] Moreover, cylinder injection of fuel is performed in this invention. For this reason, since it is avoidable that fuel adheres to the inside of an inlet pipe or the upper surface of an inhalation-of-air bulb, the target fuel quantity can be certainly supplied to the cylinder interior of a room at the target stage. Furthermore, an antiknock property can also be raised, while being able to raise a restoration air content and being able to raise an engine output by having avoided that fuel adheres to the inside of an inlet pipe, or the upper surface of an inhalation-of-air bulb, as a result of losing the need of raising compression temperature, in order to gather the evaporation rate of fuel.

[0013] Moreover, at the time of a partial load, since fuel injection timing is brought forward and mixture with air is promoted while the breadth spray angle of fuel is made large, and the fuel from a fuel injection valve makes it suitable in the direction of the terminal of an ignition plug, forms a good gaseous mixture near [this] the terminal and narrowing the degree of angle of divergence of fuel at the time of a heavy load, even if it does not prepare a fuel injection valve separately, stable combustion can be planned over a latus operating range like the conventional technology.

[0014]

[Example] Hereafter, the various examples concerning this invention are explained using a drawing. First, the internal combustion engine equipment concerning this invention is explained.

[0015] Drawing 1 shows the internal combustion engine (engine) of this example, and the example of composition of the circumference of an engine. The engine of this example is the 4-cylinder mirror cycle formula gasoline engine 10. A suction port 13 and the exhaust air port 14 are formed in the cylinder head of an engine 10, and the inlet pipe 20 and the exhaust pipe 30 are connected to it at each. The fuel injection valve 80 and the ignition plug 40 are further formed in the cylinder head. The inhalation-of-air bulb 15 is formed in a suction port 13, and the exhaust air bulb 16 is formed in the exhaust air port 14. The throttle valve 21 for adjusting the flow rate of the air passing through the inside here is formed in the inlet pipe 20. On the other hand, the catalytic converter 31 for removing an injurious ingredient from the exhaust gas passing through the inside here is formed in the exhaust pipe 30. The water jacket 18 containing cooling water is formed in the periphery of a cylinder 17. This water jacket 18 is connected with the radiator in the pipe so that cooling water may circulate between radiators (not shown).

[0016] The pumping bulb drive 50 is connected to the inhalation-of-air bulb 15 and the exhaust air bulb 16. Moreover, the fuel distributor (fuel-injection-timing regulation means) 60 for adjusting the flow rate and supply stage of fuel which are supplied for every cylinder is connected to the fuel injection valve 80 of each cylinder. The throttle valve 21 is connected with the accelerator pedal 23

with the wire 22 so that the control input of an accelerator pedal 23 may be interlocked with and it may operate. The ignition plug drive circuit 41 is connected to the ignition plug 40. The control unit (ECU) 90 which outputs a control signal to these is connected to the pumping bulb drive 50, the fuel distributor 60, the fuel injection valve 80, and the ignition plug drive circuit 41.

[0017] The air meter 91 which detects the mass flow rate A of the air passing through this is formed in the inlet pipe 20. On the other hand, exhaust gas temperature 94 [a total of] which detects the temperature of the exhaust gas T_g passing through this is formed in the exhaust pipe 30. Moreover, the cooling water thermometer 93 which detects the temperature of cooling water T_w is formed in the water jacket 18. Throttle opening 92 [a total of] which detects the opening is formed in the throttle valve 21. Engine speed 95 [a total of] which detects this rotational frequency (engine speed) is formed in the crankshaft (not shown) of an engine 10.

[0018] An air meter 91, throttle opening 92 [a total of], the cooling water thermometer 93, and exhaust gas temperature 94 [a total of] are connected with the control unit 90 so that the detecting signal in these meters can be outputted to a control unit 90. A control unit 90 is an A/D converter (it is not illustrated.) which is the so-called microcomputer and changes each meters 91 and 92 and the analog signal from -- into a digital signal. ROM various programs etc. are remembered to be (it is not illustrated.) CPU which performs various operations based on the program memorized by ROM (it is not illustrated.) RAM which memorizes temporarily the detection result from each meter, the result of an operation by CPU, etc. (it is not illustrated.) etc. -- it is had and constituted This control unit 90 constitutes the control means which output a control signal to the distributor 60 and fuel injection valve 80 grade which are the fuel-oil-consumption operation means and the fuel-injection-timing regulation means of calculating fuel oil consumption.

[0019] The inlet pipe 20 is formed in the shape of a straight line in about 13 suction port of an engine 10, as shown in drawing 2 . Here, the radius of curvature R of an inlet pipe 20 and the relation of pressure loss to about 13 suction port become like drawing 3 . That is, when the radius of curvature R of an inlet pipe 20 is set to 10cm, most pressure loss in an inlet pipe 20 is set to $1 \times 10^3 \text{Pa}$ which is the minimum value, and pressure loss does not almost become small even if it enlarges more than this and radius of curvature R . pressure loss in case radius of curvature R is 10cm, and the value of $1 \times 10^3 \text{Pa}$ -- completely -- ** -- the output of an engine 10 is not affected, so that you may say Then, in this example, the radius of curvature R of the inlet pipe 20 in about 13 suction port is slightly enlarged from 10cm, breakaway of an air flow is avoided, and pressure loss is reduced as much as possible. Consequently, the restoration air content to an engine 10 becomes large, and the output of an engine 10 improves.

[0020] In this example, as shown in drawing 4 , per breath cylinder, the inhalation-of-air bulb 15, and every two exhaust air bulbs 16 (in this drawing, only the inhalation-of-air bulbs 15a and 15b are drawn.) are formed, respectively. The pumping bulb drive 50 operates these bulbs 15 and 16 at a proper stage. The cam shaft 51 with which the pumping bulb drive 50 is connected through the crankshaft (not shown) and timing chain of an engine 10, The cam 52 rotated by rotation of this cam shaft 51, and the rocker arms 53a and 53b to which one edge contacts the peripheral surface of a cam 52, and the other-end section contacts the stem head of Bulbs 15a and 15b, It has the rocker shafts 54a and 54b which support rocker arms 53a and 53b to a rockable. Rocker arms 53a and 53b are that one edge rocks in accordance with the peripheral surface of a cam, and the other-end section pushes the stem head of Bulbs 15a and 15b, and they are operating Bulbs 15a and 15b. The amount of lifts and the timing of operation of Bulbs 15a and 15b can be adjusted by changing the profile of this cam 52. In addition, about the timing of a bulb of operation, it mentions later.

Moreover, although the drive of the exhaust air bulb 16 is not drawn on drawing 1 and drawing 4 , fundamental structure is the same as the drive of the inhalation-of-air bulb 15 shown in drawing 4 .

[0021] In this example, as shown in drawing 4 , the fuel injection valve 80 is arranged so that direct fuel can be injected in the cylinder room 12 of an engine 10. By the suction-port fuel-injection method looked at by the general gasoline engine, as a result of fuel's adhering to the inside of an

inlet pipe 20, or the upper surface of the inhalation-of-air bulb 15, fuel of the target amount cannot be sent to the cylinder interior of a room at the target time, but a bird clapper has combustion of the cylinder interior of a room unstably. As the fuel which stayed on the upper surface of the inhalation-of-air bulb 15 when the lift of the inhalation-of-air bulb 15 was small especially (1.8mm or less) goes into the cylinder interior of a room intermittently, combustion becomes unstable and it is shown in drawing 5, the inclination for engine rotation to become unstable is high. Then, in this example, cylinder injection of fuel of fuel was performed and it has avoided that fuel adheres to the inside of an inlet pipe 20, or the upper surface of the inhalation-of-air bulb 15. furthermore -- this example -- the time of the inhalation-of-air process at the time of low rotation -- operation of one [among two inhalation-of-air bulbs 15a and 15b] inhalation-of-air bulb 15b -- temporary -- stopping -- inhalation-of-air bulb 15a of another side -- opening -- the cylinder interior of a room -- a revolution style is formed in 12 and promotion of combustion is aimed at Consequently, as shown in drawing 5, in this example, the engine speed at the time of an idling is what was stabilized very much.

[0022] The fuel injection valve 80 has the wrap valve casing 81 for these while a valve element 86, the centering-control machine 87 which adjusts the position of a valve element 86, and the fuel paths 82 and 83 and the valve element move space 85 are formed, as shown in drawing 6. One edge serves as a fuel entrance (not shown), and, as for the fuel paths 82 and 83, the other-end section serves as the fuel exhaust nozzle 84. In the middle of these fuel paths 82 and 83, the valve element move space 85 is formed and fuel flows in also in this valve element move space 85. That is, a part of valve element move space 85 is bearing the duty as a fuel path. The path (it considers as a valve element space outlet side path hereafter.) 83 from the valve element move space 85 to the fuel exhaust nozzle 84 is formed in the shape of a cylinder. The path (it considers as a valve element space entrance-side path hereafter.) 82 from the fuel entrance to the valve element move space 85 is divided into two just before reaching the valve element move space 85. One path (it considers as path for wide angle spraying hereafter.) 82a was perpendicularly extended to the medial axis C of the cylinder-like outlet side path 83 among the paths 82a and 82b divided into these two, and path (it considers as path for narrow angle spraying hereafter.) 82b of another side is extended in the direction which makes an obtuse angle to the medial axis of the outlet side path 83. The valve-closing position where a valve element 86 closes the valve move space side vent of the valve element space outlet side path 83, The wide angle spraying position which closes the valve element move space side vent of path 82b for narrow angle spraying while opening the valve element move space side vent of path 82a for wide angle spraying (state of drawing 6), It is prepared in the narrow angle spraying position (state of drawing 7) in which the valve element move space side vent of path 82a for wide angle spraying and the valve element move space side vent of path 82b for narrow angle spraying are opened in the valve element move space 85 possible [movement]. The centering-control machine 87 has small stepping motor 87a which the control signal from ECU90 inputs, and stopper 87b which operates by the drive of this stepping motor 87a. The stopper 87b contacts a valve element 86, and the centering-control machine 87 locates a valve element 86 in the target position. Specifically, the centering-control machine 87 is located in the valve-closing position, wide angle spraying position, and narrow angle spraying position which mentioned the valve element 86 above according to the signal from ECU90.

[0023] When the valve element 86 is located in a valve-closing position, fuel cannot flow from the valve element move space 85 to the outlet side path 83, and fuel injection is not carried out from a valve 80. When the valve element 86 is located in a wide angle spraying position, only path 82a for wide angle spraying extended in the perpendicular direction to the outlet side path 83 is open. Therefore, if fuel comes out from this path 82 for wide angle spraying a, fuel will serve as a revolution style in the valve element move space 85, and it will be injected in the shape of a cone from the fuel-injection mouth 84 through the outlet side path 83. Moreover, when the valve element 86 is located in the position for narrow angle spraying, path 82a for wide angle spraying and path 82b

for narrow angle spraying are open. Since path 82b for narrow angle spraying is extended in the direction which accomplishes an obtuse angle to the outlet side path 83, the revolution force of the fuel which came out of path 82 for wide angle spraying can be weakened. Therefore, the direction when the breadth spray angle of the fuel which came out of the fuel-injection mouth 84 is located in a narrow angle spraying position rather than the time of the valve element 86 being located in a wide angle spraying position becomes narrow. Concretely, as shown in drawing 6, the breadth spray angle of fuel when the valve element 86 is located in a wide angle spraying position becomes 120 degrees, and the breadth spray angle of fuel when the valve element 86 is located in a narrow angle spraying position becomes 60 degrees.

[0024] Since it is a 4-cylinder engine as the engine 10 of this example was mentioned above, the fuel injection valve 80 80, i.e., a total of four fuel injection valves, is formed for every cylinder. As shown in drawing 1, the distributor 60 which distributes a fuel tank (not shown) and the fuel from a fuel pump (not shown) to each fuel injection valve 80 is formed in the upstream of each fuel injection valve 80.

[0025] The distributor 60 is equipped with the plunger drive 70 which carries out both-way movement, rotating the distributor casing 61, the plunger 66 which carries out both-way movement, rotating the inside of this casing 61, and a plunger 66 as shown in drawing 11, the fuel-flow regulatory mechanism 68 for adjusting the amount of the fuel supplied to each fuel injection valve 80, and the fuel-injection-timing regulatory mechanism 76 which adjusts the supply stage of the fuel supplied to each fuel injection valve 80.

[0026] Four fuel outlets 63a, --, 63d (shown in drawing 13.) where the distributor casing 61 leads to each fuel injection valves 80a, --, 80d from the plunger move space 65, one fuel entrance 62 which leads to this plunger move space 65, and plunger move space 65 are formed. The casing fuel entrance 62 is connected with the fuel pump which is not illustrated. A plunger 66 constitutes the shape of a cylinder and the fuel main path 67 is formed in the part applicable to the medial axis. Fuel entrance 67a which leads the fuel which has flowed in the plunger move space 65 from the fuel entrance 62 of the distributor casing 61 in the fuel main path 67 of a plunger 66 is formed in one edge of the fuel main path 67, and fuel discharge mouth 67b for returning the fuel which entered in the fuel main path 67 to a fuel tank (not shown) is formed in the other-end section. From the middle of the fuel main path 67, the plunger fuel outlets 67c and 67d which lead to the casing fuel outlets 63a, --, 63d are formed. As these plunger fuel outlets 67c and 67d, there are first fuel outlet 67c and the 67d of the second fuel outlets, and Both 67c and 67d are symmetrical as a center, and have shifted the medial axis of a plunger 66 in the direction in which the medial axis of a plunger 66 is extended a little.

[0027] The cam disk 71 by which the plunger drive 70 is being fixed to the edge of a plunger 66, The roller 72 which touches the front face from the periphery of the cam disk 71, and the roller support plate 73 supported possible [rotation of this roller 72], The cam shaft 74 connected with the crankshaft of an engine 10 through the timing belt etc., It has the connection rod 75 with which one edge is connected possible [movement in the direction of a medial axis of a plunger 66] to a cam shaft 74, and the other-end section is being fixed to the cam disk 71. One revolution of a crankshaft connects the crankshaft and cam shaft 74 of an engine 10 so that a cam shaft 74 may rotate two times. Therefore, one revolution of the crankshaft of an engine 10 rotates a plunger 66 two times focusing on the medial axis through a cam shaft 74, the connection rod 75, and the cam disk 71. Four heights 71a and 71b and -- are formed in the front face from the periphery of the cam disk 71. The roller 72 is arranged so that these heights 71a and 71b and -- may be contacted. Therefore, if a cam shaft 74 makes one revolution, the plunger 66 currently fixed to the cam disk 71 and this will carry out both-way movement 4 times, rotating one time.

[0028] the electromagnetism which carries out both-way movement of flow-regulation ring 68a in which both-way movement is possible between the position which the fuel-flow regulatory mechanism 68 accomplishes annular so that the periphery of the cylinder-like plunger 66 may be

touched, and closes plunger fuel discharge mouth 67b, and the position in which fuel discharge mouth 67b is opened, and this ring 68a -- solenoid 68b and this electromagnetism -- it has connection rod 68c of solenoid 68b and flow-regulation ring 68a to connect

[0029] The first injection position which takes up the 67d of the second fuel outlets of a plunger while the fuel-injection-timing regulatory mechanism 76 accomplishes annular so that the periphery of the cylinder-like plunger 66 may be touched, and opening first fuel outlet of plunger 67c, The fuel-injection-timing regulation ring 77 in which both-way movement is possible between the second injection positions of a plunger in which the 67d of the second fuel outlets of a plunger is opened while closing first fuel outlet of plunger 67c, the electromagnetism which carries out both-way movement of this ring 77 -- a solenoid 78 and this electromagnetism -- it has the connection rod 79 which connects a solenoid 78 and the fuel-injection-timing regulation ring 77 As shown in the fuel-injection-timing regulation ring 77 at drawing 13 , the run through-holes 77a, --, 77d which lead to each fuel outlets 63a, --, 63d of casing 61 at the time of the first injection position are formed.

[0030] While the fuel distributor 60 introduces fuel in the plunger move space 65 from the casing fuel entrance 62, it makes the fuel which flowed in the plunger move space 65 flow out of the casing fuel outlets 63a, --, 63d through the run through-holes 77a, --, 77d of the fuel main path 67 of a plunger 66, and the fuel-injection-timing regulation ring 77 by both-way movement of the plunger 66 by rotation of a cam shaft 74. It becomes settled by angle of rotation of a plunger 66 to casing 61 whether fuel is made to flow out of which fuel outlet among two or more casing fuel outlets 63a, --, 63d. As shown in drawing 13 , by rotation of a plunger 66, the fuel distributor 60 is the order of fuel injection valve 80for 1st cylinder a, fuel injection valve 80for third cylinder c, 80d of fuel injection valves for the 4th cylinder, and fuel injection valve 80b for the 2nd cylinder, and distributes the fuel from a fuel tank to these fuel injection valves.

[0031] The fuel quantity which flows out of the casing fuel outlets 63a, --, 63d is adjusted by the fuel-flow regulatory mechanism 68. The fuel which has flowed into the plunger fuel main path 67 from plunger fuel entrance 67a can flow also out of plunger fuel discharge mouth [besides the plunger fuel outlets 67c and 67d] 67b. Then, the fuel which flows out of plunger fuel discharge mouth 67b is adjusted by moving suitably flow regulation ring 68a of the fuel-flow regulatory mechanism 66, and the fuel quantity which flows out of the plunger fuel outlets 67c and 67d out of casing 61 through the casing fuel outlets 63a, --, 63d is adjusted indirectly. In addition, the fuel emitted from plunger fuel discharge mouth 67b is returned to a fuel tank.

[0032] The fuel-supply stage from the fuel distributor 60 to each fuel injection valve 80 is adjusted by the fuel-injection-timing regulatory mechanism 76. For example, as shown in drawing 11 and drawing 13 , when the position of first fuel outlet of plunger 67c and the position of casing fuel outlet 63a for the 1st cylinder are in agreement and the fuel-injection-timing regulation ring 77 is located in the first injection position, first fuel outlet of plunger 67c and casing fuel outlet 63a for the 1st cylinder are open for free passage through run through-hole 77a of the fuel-injection-timing regulation ring 77. Therefore, the fuel in the fuel main path 67 of a plunger 66 is supplied to fuel injection valve 80a for the 1st cylinder through first fuel outlet of plunger 67c, run through-hole 77a of a ring 77, and casing fuel outlet 63a for the 1st cylinder. Moreover, even if the position of first fuel outlet of plunger 67c and the position of casing fuel outlet 63a for the 1st cylinder are in agreement As shown in drawing 14 , when the fuel-injection-timing regulation ring 77 is located in the second injection position First fuel outlet of plunger 67c is closed by the fuel-injection-timing regulation ring 77, the 67d of the second fuel outlets of a plunger opens, and the 67d of the second fuel outlets of a plunger and 63d of casing fuel outlets for the 4th cylinder are open for free passage. Therefore, the fuel in the fuel main path 67 of a plunger 66 is supplied to 80d of fuel injection valves for the 4th cylinder through the 67d of the second fuel outlets of a plunger, and 63d of casing fuel outlets for the 4th cylinder. Thus, by moving the fuel-injection-timing regulation ring 77, fuel cannot be supplied to fuel injection valve 80a for the 1st cylinder, but fuel can be supplied to 80d of fuel injection valves for the 4th cylinder at the stage to supply fuel to fuel injection valve

80a for the 1st cylinder. If this is put in another way, as shown in drawing 14 , 180 degrees of phases of fuel injection are changeable by operating the fuel-injection-timing regulatory mechanism 76.

[0033] Here, the mirror cycle which the engine 10 of this example has adopted is briefly explained using drawing 17 . Although the usual four stroke cycle engine is the stroke length with same compression stroke and expansion stroke fundamentally, in order to increase the effective work of an engine, to a compression stroke, Miller cycle engine 10 is large, is got blocked (expansion stroke), and sets an expansion stroke to /compression stroke >1.

[0034] At this example, in order to enlarge an expansion stroke to a compression stroke, it has realized by controlling the opening-and-closing stage of the inhalation-of-air bulb 15. concrete -- first -- the inhalation-of-air bulb 15 -- opening -- a piston 11 -- descending -- the cylinder interior of a room -- air goes into 12 (drawing 17 (a)) A piston 11 arrives at a bottom dead point (this drawing (b)), and after a piston 11 goes up slightly after that, the inhalation-of-air bulb 15 is closed (this drawing (c)). Between until a piston 11 arrives at a top dead center from the time of this inhalation-of-air bulb 15 being closed serves as a pressing operation. Ignition to fuel is performed just before a piston 11 arrives at a top dead center (this drawing (d)). If a piston 11 reaches a top dead center, it will be depressed by explosion of fuel according to the force (this drawing (e)). Between until this piston 11 reaches a bottom dead point from a top dead center serves as an expansion process (this drawing (f)). The exhaust air bulb 16 is opened just before a piston 11 arrives at a bottom dead point. a piston 11 -- again -- going up -- beginning -- the cylinder interior of a room -- the exhaust gas of 12 is exhausted by the exhaust pipe 30 (this drawing (g))

[0035] Thus, in this example, in the process which turns into a pressing operation from an inhalation-of-air process, although a piston 11 begins to go up and the capacity of the cylinder interior of a room is beginning to become small, the inhalation-of-air bulb 15 is opened, and if it is small and a compression stroke is put in another way to an expansion stroke by closing the inhalation-of-air bulb 15 late, the expansion stroke is enlarged to the compression stroke rather than the usual four stroke cycle engine. Control of the opening-and-closing stage of this inhalation-of-air bulb 15 is realized by changing the profile of the cam 52 of the bulb drive 50, as mentioned above.

[0036] In a mirror cycle, a compression stroke is small, and since the compression ratio is small, there is an inclination for compression temperature to fall and for the evaporation rate of fuel to usually fall. For this reason, there is a fault that fuel may be burned in a target air-fuel ratio. On the other hand, there is an advantage that compression temperature cannot produce a knock easily with a low.

[0037] then, in this example, in order to solve this fault, it mentioned above -- as -- fuel -- the cylinder interior of a room -- cylinder injection of fuel injected directly into 12 is performed Usually, at the time of suction-port injection, in order to make the fuel which specifically adhered to the inner skin of an inlet pipe 20, the rear face (field contrary to the cylinder interior of a room and the field which counters) of the inhalation-of-air bulb 15, etc. in order to promote evaporation of the fuel in the suction-port section evaporate, temperature of the inhalation-of-air bulb 15 or the cylinder head is made high. For this reason, in suction-port injection, the fall of the output by being easy to produce a fall and knock of the restoration air content accompanying elevation of temperature will be caused. on the other hand -- this example -- the direct and cylinder interior of a room -- since fuel is injected to 12, in order for fuel not to adhere to the suction-port section and to gather the evaporation rate of fuel, there is no need of raising compression temperature Moreover, in order that there may be no need of raising compression temperature, the fall of the output by being easy to produce a fall and knock of the restoration air content which is the fault of suction-port injection is avoidable. That is, in this example, while being able to raise an antiknock property, as a result of a restoration air content's increasing, the output of an engine 10 can also be raised.

[0038] Moreover, in the usual suction-port injection, if 30 degrees or more are delayed with a crank angle from an inhalation-of-air bottom dead point and the inhalation-of-air bulb 15 is closed, as a result of compression temperature's falling, the evaporation rate of fuel will fall and combustion of an engine 10 will become unstable. On the other hand, in this example, since cylinder injection of fuel is performed even if it delays 30 degrees or more with a crank angle from an inhalation-of-air bottom dead point and closes the inhalation-of-air bulb 15, stable combustion is maintainable by the reason mentioned above. For this reason, the work of compression which is the purpose of a mirror cycle can be reduced sharply. In addition, in other words, from a compression top dead center, on a bell-crank square, I hear that delaying 30 degrees or more with a crank angle from an inhalation-of-air bottom dead point, and closing the inhalation-of-air bulb 15 closes the inhalation-of-air bulb 15 at less than 150 degrees, and it is in them.

[0039] Drawing 9 shows the relation of the fuel injection timing for every breadth spray angle of fuel and the hydrocarbon concentration in exhaust gas by the fuel injection valve 80 of this example described previously. In addition, in this drawing, 0 degree of fuel injection timing of a horizontal axis shows the compression top dead center. The hydrocarbon concentration in exhaust gas increases as are shown in this drawing and fuel injection timing is delayed, when the breadth angle of spray of fuel is made into 120 degrees (change fuel injection timing in the direction approaching a compression top dead center (0 degree)), and fuel injection timing is [about] at a crank angle from a compression top dead center (0 degree). -If hydrocarbon concentration becomes the highest and fuel injection timing is delayed more than this when it is made 100 degrees, hydrocarbon concentration will become low conversely. Moreover, when the breadth spray angle of fuel is made into 60 degrees, even if it delays fuel injection timing, fuel injection timing is [about] at a compression top dead center (0 degree) to a crank angle. -Hydrocarbon concentration low and hardly changes rather than the hydrocarbon concentration when making the breadth angle of spray of fuel into 120 degrees until it becomes 40 degrees. Thus, fuel injection timing is [about] at a compression top dead center (0 degree) to a crank angle. -The thing with higher degrees [120] hydrocarbon concentration is because there is much fuel quantity in which the direction whose breadth spray angle of fuel is 120 degrees adheres to the wall surface of a cylinder 17 from the time of the breadth spray angle of fuel being 60 degrees until it becomes 40 degrees. Moreover, fuel injection timing is [about] at a compression top dead center (0 degree) to a crank angle. -A piston 11 becomes close to a fuel injection valve 80 by delaying fuel injection timing from the time of the breadth spray angle of fuel being 120 degrees to near the compression top dead center, after becoming 40 degrees, and the thing with higher degrees [60] hydrocarbon concentration is because the fuel quantity in which the direction whose breadth spray angle of fuel is 60 degrees adheres to the upper surface of a piston 11 increases.

[0040] When making fuel injection timing early, then, specifically It is [about] at a compression top dead center (0 degree) to a crank angle. -by the time it becomes 40 degrees, in carrying out cylinder injection of fuel of the fuel When making the breadth spray angle of fuel into 60 degrees and making fuel injection timing late, specifically, it is [about] at a compression top dead center (0 degree) to a crank angle. -After becoming 40 degrees, in carrying out cylinder injection of fuel of the fuel, it makes the breadth spray angle of fuel into 120 degrees, and hydrocarbon concentration in exhaust gas is lessened as much as possible.

[0041] by the way, the time of partial load operation with little fuel oil consumption -- setting -- the gaseous mixture of the circumference of an ignition plug 40 -- concentration becomes thin and a bird clapper has combustion unstably for this reason -- if the spray angle of fuel is made into 120 degrees so that much fuel may be injected in the direction of an ignition plug 40 as shown in drawing 8 at the time of partial load operation -- the gaseous mixture of the circumference of an ignition plug 40 -- concentration can be carried out more than fixed concentration, and stable combustion can be secured

[0042] If the above is summarized, as shown in drawing 14 , while delay fuel injection timing, and

making an angle of spray into 120 degrees, and bringing fuel injection timing forward at the time of heavy load operation, and making an angle of spray into 60 degrees and lessening hydrocarbon concentration in exhaust gas, stable combustion will be secured at the time of partial load operation. In order to perform such control, in this example EPU90 When the fuel oil consumption defined according to the opening of the throttle valve 21 detected by the air flow rate detected by the air meter 91 or throttle opening 92 [a total of] etc. is below the value defined beforehand While directing to delay fuel injection timing to the fuel-injection-timing regulatory mechanism 76 of the fuel distributor 60, it directs to make a spray angle into 120 degrees to the valve element justification machine 57 of a fuel injection valve 80. Moreover, EPU90 directs to make a spray angle into 60 degrees to the valve element justification machine 57 of a fuel injection valve 80 while directing to carry out fuel injection timing early [about 180 degree] with a crank angle to the fuel-injection-timing regulatory mechanism 76 of the fuel distributor 60, when the fuel oil consumption which self defined exceeds the value defined beforehand.

[0043] In addition, according to the experiment, at the time of a partial load, things understood [that what is necessary is just 100 degrees or more] the spray angle that what is necessary is just 90 degrees or less at the time of a heavy load. Moreover, although the valve element move space side vent of path 82a for wide angle spraying and the valve element move space side vent of path 82b for narrow angle spraying are open in this example when the valve element 86 is located in a narrow angle spraying position, the valve element move space side vent of path 82a for wide angle spraying is closed, and you may make it open only the valve element move space side vent of path 82b for narrow angle spraying.

[0044] By the way, the hydrocarbon concentration in exhaust gas has the transformation efficiency and the correlation of a catalytic converter 31 for purification of nitrogen oxide which are mentioned later, and the transformation efficiency of the catalytic converter 31 which converts nitrogen oxide into nitrogen goes up as are shown in drawing 10 and hydrocarbon concentration increases. Generally, to the nitrogen oxide concentration in exhaust gas, since regulation is prepared, it is necessary to fill this regulation. If hydrocarbon concentration is recklessly made low, the transformation efficiency of a catalytic converter 31 becomes low, nitrogen oxide concentration becomes high, and it may stop for this reason, satisfying a regulation value. Then, in consideration of the transformation efficiency of a catalytic converter 31, it is necessary to perform control which makes hydrocarbon concentration low in the range in which nitrogen oxide concentration does not exceed a regulation value.

[0045] As shown in the catalytic converter 31 formed in the exhaust pipe 30 at drawing 15 , metal ion exchange zeolite-catalyst 31a is allotted to an engine 10 side, and platinum alumina system catalyst 31b is allotted to the exhaust-port side. Although metal ion exchange zeolite-catalyst 31a has high low-temperature activity, NO selection reduction property has the property of a low. Moreover, although platinum alumina system catalyst 31b has low low-temperature activity, NO selection reduction property has the property of being high. therefore, in the operation region where the nitrogen oxide-nitrogen transformation efficiency of a catalyst tends to become low as the hydrocarbon (HC) concentration at the time of high rotation and a heavy load is low and being mentioned above using drawing 10 Mainly, if the temperature of catalyst environment is high, platinum alumina system catalyst 31b with the high selection reduction property of NO will function. Metal ion exchange zeolite-catalyst 31a currently activated even if low rotation and HC concentration at the time of a low load are high, and the temperature of catalyst environment is mainly low in the operation region where the nitrogen oxide-nitrogen transformation efficiency of a catalyst becomes high, as mentioned above functions. in addition, the time of high rotation and a heavy load -- HC concentration -- since exhaust gas temperature of a low is high -- HC -- the cylinder interior of a room -- it is process in which an exhaust pipe 30 is exhausted from 12, and is because oxidation reaction progresses Moreover, the thing with high HC concentration is because exhaust gas temperature does not progress at the time of low rotation and a low load, and oxidation

reaction does not progress to a low sake but it is exhausted as it is.

[0046] HC discharged at the time of engine starting is mainly adsorbed by metal ion exchange zeolite-catalyst 31a. If the temperature of a catalytic converter 31 becomes high by exhaust gas, HC which was sticking to metal ion exchange zeolite-catalyst 31a will break away, and will oxidize by platinum alumina system catalyst 31b. The usual platinum alumina system catalyst tends to generate nitrogen-dioxide N_2O , when HC does not oxidize at low temperature. In order to avoid this, in order to raise the catalytic activity at the time of low temperature, palladium etc. is added to platinum alumina system catalyst 31b of this example. Moreover, in order to raise the transformation efficiency of nitrogen-dioxide N_2O in the time of engine starting etc., fuel injection timing may be delayed, or it raises exhaust gas temperature, in a mirror cycle, expansion stroke / compression stroke ratio may be changed, and you may control raising an exhaust-gas temperature etc.

[0047] Immediately after starting, the temperature of exhaust gas is a low and HC and NO_x are made to stick to metal ion exchange zeolite-catalyst 31a, as shown in drawing 16. This period delays fuel injection timing, raises exhaust gas temperature, and suppresses generating of NO_x as much as possible. If the temperature of exhaust gas becomes high, HC and NO_x which were sticking to the metal ion exchange zeolite catalyst 31 will be gradually changed into H_2O , and CO_2 and N_2 . At this time, NO_x in exhaust gas is also changed by HC currently adsorbed. If HC which was sticking to the metal ion exchange zeolite catalyst 31 is lost, fuel injection timing will be advanced and HC in exhaust gas will be increased. Furthermore, if it becomes an elevated temperature, platinum alumina system catalyst 31b will mainly begin to function.

[0048] Although fuel injection timing is delayed at the time of partial load operation and control which brings fuel injection timing forward is performed at the time of heavy load operation as mentioned above, in order to raise the function of a catalytic converter 31, especially an engine starting smell recognizes ***** at the time of starting based on circulating-water-temperature a total of 93 temperature, and is controlling fuel injection timing by this example to the case at the time of starting according to the temperature detected with exhaust gas temperature 94 [a total of] prepared in the catalytic converter 31. Until the temperature detected by circulating water temperature 93 [a total of] specifically turns into temperature defined beforehand Until it recognizes it as it being ECU90 at the starting time and the temperature detected with exhaust gas temperature 94 [a total of] turns into temperature defined beforehand at this time It directs to delay fuel injection timing to the fuel-injection-timing regulatory mechanism 76 of the fuel distributor 60, and if the temperature detected with exhaust gas temperature 94 [a total of] exceeds the temperature defined beforehand, it directs to bring fuel injection timing forward to the fuel-injection-timing regulatory mechanism 76 of the fuel distributor 60. If the temperature detected by circulating water temperature 93 [a total of] exceeds the temperature defined beforehand, ECU90 will recognize it as the starting state having finished, and will control fuel injection timing according to a load.

[0049] as mentioned above -- since it has avoided that perform cylinder injection of fuel and fuel adheres to the inside of an inlet pipe 20, or the upper surface of the inhalation-of-air bulb 15 in this example -- the cylinder interior of a room -- the target fuel quantity can be certainly supplied to 12 at the target stage Furthermore, an antiknock property can also be raised, while being able to raise a restoration air content and being able to raise an engine output by having avoided that fuel adheres to the inside of an inlet pipe 20, or the upper surface of the inhalation-of-air bulb 15, as a result of losing the need of raising compression temperature, in order to gather the evaporation rate of fuel.

[0050] Moreover, in this example, at the time of a partial load, since fuel injection timing is brought forward and mixture with air is promoted while making the breadth spray angle of fuel into 100 degrees or more, forming a good gaseous mixture near the ignition plug 40 and carrying out the 90 degrees or less of the degrees of angle of divergence of fuel at the time of a heavy load, stable combustion can be planned over a latus operating range. Moreover, in this example, the breadth

spray angle of fuel injection timing of fuel or fuel is controlled, and since the catalytic converter 31 is efficiently operated while lessening the hydrocarbon exhausted from engine 10 the very thing, the removal efficiency of the toxic substance in exhaust gas can be raised.

[0051] In addition, although this example applies this invention to a Miller cycle engine, this invention was not limited to this and may be applied to the usual gasoline engine.

[0052] Next, the 2nd example of a fuel injection valve is explained using drawing 18 – drawing 20 .

The fuel injection valve 100 of this example has the wrap valve casing 101 for these while a valve element 106, the centering-control machine 107 which adjusts the position of a valve element 106, and the fuel path 102,103 and the valve element move space 105 are formed, as shown in drawing 18 . One edge serves as a fuel entrance (not shown), and, as for the fuel path 102,103, the other-end section serves as the fuel exhaust nozzle 104. In the middle of this fuel path 102,103, the valve element move space 105 is formed and fuel flows in also in this valve element move space 105. Two or more paths (it considers as a space outlet side path hereafter.) 103 from the valve element move space 105 to the fuel exhaust nozzle 104 are formed. a group among two or more space outlet side paths -- path (it considers as path for narrow angle spraying hereafter.) 103b is extended in the direction which accomplishes 30 degrees to the injection medial axis C, and path (it considers as path for wide angle spraying hereafter.) 103a of other remaining groups is extended in the direction which accomplishes 60 degrees to an injection medial axis

[0053] The valve element 106 has valve edge 106b which closes the valve element move space side vent of path 103a for wide angle spraying, and the valve element move space side vent of path 103b for narrow angle spraying, and main part 106a by which this valve edge 106b is prepared at the nose of cam. The valve element move space 105 has valve edge move space 105b into which only valve edge 106b of a valve element 106 enters, and main part move space 105a in which main part 106a of a valve element 106 is settled. As for the valve casing 101, the boundary of valve edge move space 105b and main part move space 105a forms valve seat 101a.

[0054] The valve-closing position where a valve element 106 contacts valve seat 101a, and the fuel in main part move space 105a does not flow in in valve edge move space 105b (state of drawing 18), The wide angle spraying position which closes the valve element move space side vent of path 103b for narrow angle spraying while opening the valve element move space side vent of path 103a for wide angle spraying (state of drawing 19), While closing the valve element move space side vent of path 103a for wide angle spraying, it is prepared in the narrow angle spraying position (state of drawing 20) in which the valve element move space side vent of path 103b for narrow angle spraying is opened in the valve element move space 105 possible [movement].

[0055] The centering-control machine 107 has small stepping motor 107a which the signal from ECU90 inputs, and stopper 107b which operates by the drive of this stepping motor 107a. The stopper 107b contacts a valve element 106, and the centering-control machine 107 locates a valve element 106 in the target position. Specifically, the centering-control machine 107 is located in the valve-closing position, wide angle spraying position, and narrow angle spraying position which mentioned the valve element 106 above according to the signal from ECU90.

[0056] As shown in drawing 18 , when a valve element 106 is located in a valve-closing position and touches valve seat 101a of the valve casing 101, fuel cannot flow from main part move space 105a to valve edge move space 105b, and fuel injection is not carried out from a valve 100. Moreover, as shown in drawing 19 , when a valve element 106 carries out a lift rise slightly, it is located in a wide angle spraying position and valve edge 106b of a valve element 106 has closed only the valve element move space side vent of path 103b for narrow angle spraying, the fuel in the valve element move space 105 passes along path 103a for wide angle spraying, and is injected from fuel outlet 104a of the edge. The breadth spray angle of the fuel at this time becomes 120 degrees. Moreover, as shown in drawing 20 , when a valve element 106 carries out a lift rise further, it is located in a narrow angle spraying position and valve edge 106b of a valve element 106 has closed only the valve element move space side vent of path 103a for wide angle spraying, the fuel in the valve element

move space 105 passes along path 103b for narrow angle spraying, and is injected from fuel outlet 104b of the edge. The breadth spray angle of the fuel at this time becomes 60 degrees.

[0057] thus -- since the degree of spraying angle of divergence is changeable also by the fuel injection valve 100 of this example -- the fuel injection valve 80 of a previous example -- even if it uses the fuel injection valve 100 of this example for replacing, the same effect can be acquired fundamentally

[0058] By the way, the fuel injection valve 100 of this example has a cylindrical fuel-injection configuration from the fuel outlet 104 of 1, and since the fuel-spray configuration from the fuel outlet 84 of 1 is a cone-like, as the fuel injection valve 20 of a previous example shows drawing 21, even if it changes many things, hydrocarbon concentration will become [the direction of cylindrical spraying / the direction of cone-like spraying] high generally about an excess air factor. In cylindrical spraying, this has the bad breadth of fuel and is because an enriched mixture is formed locally. Therefore, it is desirable to adopt that which the fuel-spray configuration from the fuel outlet of 1 consists cone-like of as a fuel injection valve.

[0059] Drawing 22 shows the relation of the fuel injection timing and hydrocarbon concentration by the fuel injection valve which sprays fuel cylindrically. If fuel injection timing is brought forward, it will arrive at a cylinder wall side by ignition, the fuel which forms **** will increase, and hydrocarbon concentration will become high. As mentioned above, since it is related to the transformation efficiency of a catalytic converter, when adopting the fuel injection valve 100 of a cylindrical spraying formula like this example, it is desirable [hydrocarbon concentration] to control hydrocarbon concentration in consideration of this transformation efficiency.

[0060] Next, the 3rd example of a fuel injection valve is explained using drawing 23. In the fuel injection valve 110 of this example, as shown in drawing 23, the valve element 112 spherical as a valve element is used. This spherical valve element 112 is flexibly combined with the piston 117 through the pin 116 with the narrow connection rod 115 which has flexibility. Therefore, though errors, such as eccentricity by mechanical processing, suit valve seat 111a of the valve casing 111 etc., it is absorbable with this connection rod 115. If valve element 119a of a solenoid valve 119 can pull up, the pressure of the pressure room 118 will decline, a piston 117 will be pushed up by the force of a spring 114, the spherical valve element 112 will go up, between valve seat 111a and the spherical valve elements 112 will open, and fuel will be injected. Movable portions are the spherical valve element 112, a guide 113, the connection rod 115, and a piston 117, it is all small, and is lightweight, responsibility is high, and injecting twice in 1 cycle is possible. If valve element 119a of a solenoid valve 119 is closed, the pressure of the pressure room 118 will rise, a piston 117 will be depressed, and the spherical valve element 112 will close.

[0061] Here, although the solenoid valve 119 is used for pressure regulation of the pressure room 118, the piezoelectric device of a laminating type [replace] of this solenoid valve 119 can also be used. As shown in drawing 24, the laminating type piezoelectric device 120 is formed in a part of wall surface which forms the pressure room 118. Since fuel flows into the pressure room 118, the pressure here is high. for this reason, a piston 117 is depressed and the spherical valve element 112 is forced on valve seat 111a of casing 111 -- a piezoelectric device 120 is both pushed Thus, a push on a piezoelectric device 120 stores a charge in a capacitor 121. If a switch 122 is closed, the charge currently stored in the capacitor 121 will discharge, a piezoelectric device 120 will contract, and the pressure in the pressure room 118 will decline in the end of a compression stroke. Consequently, a piston 117 goes up slightly, the spherical valve element 112 is raised slightly, and fuel is injected.

[0062] Next, the 4th example of a fuel injection valve is explained using drawing 25 and drawing 26. The valve casing 131 in which the valve element move space 132 and the solenoid stowage 133 are formed as the fuel injection valve 130 of this example is shown in drawing 25, The valve element 134 which moves in the valve element move space 132, and the spring 136 which energizes a valve element 134 towards valve-closing, The armature 135 currently fixed to the edge of a valve element

134, and the solenoid 137 to which a valve element 134 is moved with an armature 135. It has the solenoid drive circuit 140 which drives a solenoid 137, and the fuel filter 138 which removes the foreign matter in the fuel which enters in the valve casing 131. Opening and closing of a valve excite or demagnetize a solenoid 137, and move a valve element 134. When a valve element 134 resists spring action and is opened, when a solenoid 137 is excited, and it specifically demagnetizes, a valve element 134 is closed by spring action.

[0063] The solenoid drive circuit 140 has the circuit changing switch 143 for impressing the voltage only from the low voltage power supply 141 and high voltage power supply 142 which are prepared in parallel mutually, and one of power supplies to a solenoid 137, and the transistor 144 for controlling the amount of current which flows to a solenoid 137, as shown in drawing 26. In case a valve element 134 is raised (valve-opening operation), a switch 143 is operated so that the voltage from a high voltage power supply 142 may be impressed by the solenoid 137. In case elevation of a valve element 134 is completed and the state is maintained, a switch 143 is operated so that the voltage from the low-battery power supply 141 may be impressed by the solenoid 137. Thus, since the high-voltage power supply 142 is used in case a valve element 134 is operated, responsibility can be raised and two-times combustion injection can also be carried out into 1 cycle. Moreover, since the low-battery power supply 141 is used in case the valve element 134 is held in the specific position, while being able to lessen power consumption, overheating of a solenoid 137 can also be prevented.

[0064] In addition, the 3rd of the above fuel injection valve and the 4th example In the fuel injection valve 80,100 of the 1st which can change a spray angle although neither can change the breadth spray angle of fuel, and 2nd examples Even if it uses the connection rod 115 which is the feature portion of these examples and which has flexibility, a solenoid 137 is used for movement of a valve element, and you may make it change the high-voltage power supply 142 and the low-battery power supply 141 by the drive of this solenoid 137.

[0065] Drawing 27 shows the state where the cylinder head was seen from the cylinder interior of a room. In this drawing, an injection nozzle 310 is approached and two nozzle holes 311,312 are formed in it. Each nozzle hole 311,312 forms spraying 313,314, respectively. The electrode 315,316 of an ignition plug is formed in the field in which it interferes between spraying 313 and spraying 314. The flame kernels 317 and 318 produced by electric discharge between the electrodes 315,316 of this ignition plug move to the direction of an arrow according to spraying 313 and spraying 314. Since this field is smaller than the speed of the core of spraying 313 and 314, it has that a flame kernel 317 and a flame kernel 318 are cooled [little] by spraying. At a certain time, if an injection nozzle 310 is closed, flame kernels 317 and 318 will stop in respect of illustration, and flame propagation will be started. here, it is shown in drawing 28 -- as -- formation of a flame kernel -- the point -- coming -- standing -- inhalation of air -- a main fuel is injected in a cylinder 12 in process, and uniform -- the gaseous mixture is built, the fuel for ignition is injected at the last of a pressing operation, and it is made to secure positive ignition For this reason, it is necessary to inject fuel twice in 1 cycle.

[0066] In order to inject fuel twice in 1 cycle, as shown in drawing 29, it is necessary to transform the distributor 60 in a previous example. in addition, distributor **** shown in this drawing -- about the same part as a previous example, the same sign is attached and the duplicate explanation is omitted

[0067] The distributor 150 of this example transforms the fuel-injection-timing regulation ring 77 of the distributor 60 of a previous example. When first fuel outlet of plunger 67c leads to one casing fuel outlet 63a focusing on the plunger medial axis among two object casing fuel outlets 63a and 63d of a position, the fuel-injection-timing regulation ring 157 of this example forms each run through-holes 157a and 157d of a ring 157, and -- so that no less than the 67d of the second fuel outlets of a plunger may lead to 63d of casing fuel outlets of another side. Therefore, when fuel has come out from one casing fuel outlet among two object casing fuel outlets of a position focusing on the plunger medial axis, fuel will come out also from the casing fuel outlet of another side. As shown in

this drawing, when fuel has specifically come out from casing fuel outlet 63a for the 1st cylinder, fuel will come out also from 63d of casing fuel outlets for the 4th cylinder.

[0068] By the way, when the 1st cylinder becomes an explosion process from a pressing operation in the time of the 4th cylinder becoming an explosion process from a pressing operation when the 1st cylinder becomes an inhalation-of-air process from an exhaust air process in the case of a 4-cylinder engine, as shown in drawing 14, the 4th cylinder is a time of becoming an inhalation-of-air process from an exhaust air process. Therefore, what is necessary is just to perform fuel injection for ignition in the 1st cylinder, while performing fuel injection for ignition in the 4th cylinder while performing main-fuel injection in the 1st cylinder and performing main-fuel injection in the 4th cylinder, when performing main-fuel injection and fuel injection for ignition, as shown in drawing 28. Then, when fuel has come from casing fuel outlet 63a for the 1st cylinder, it is made for fuel to come out also from 63d of fuel outlets for the 4th cylinder in this example.

[0069] however, when taking out a main fuel (there is much fuel quantity) from one casing fuel outlet 63a It is the fuel for the ignition from 63d of casing fuel outlets of another side (there is little fuel quantity.). Since it is necessary to take out, also in the state where one casing fuel outlet 63a and first fuel outlet of plunger 67c lead completely Each run through-holes 157a and 157d of a ring 157 and -- are formed so that 63d of casing fuel outlets and the 67d of the second fuel outlets of a plunger of another side may be in a half-opening-of-traffic state. In addition, what is necessary is just to move the fuel-injection-timing regulation ring 157 to the right slightly in this drawing, in performing main-fuel injection, and being able to come by the 4th cylinder, simultaneously performing fuel injection for ignition by the 1st cylinder.

[0070] Like the distributor 150 of this example, when fuel has come from one casing fuel outlet 63a focusing on the plunger medial axis among two object casing fuel outlets 63a and 63d of a position the case where a flow-characteristics difference is in each fuel injection valve when it is made for fuel to come out simultaneous also from 63d of casing fuel outlets of another side -- the flow characteristics -- remarkable -- influence -- receiving -- any of the amount of main injection, and the injection quantity for ignition -- although -- the amount of the purposes cannot be obtained That is, if it is large, and the pressure loss of one fuel injection valve tends to supply fuel simultaneously from the same source of fuel supply for example, when the pressure loss of the fuel injection valve of another side is small, only fuel fewer than the target amount will be supplied to one fuel injection valve, but many fuel will be supplied to the fuel injection valve of another side from the target amount. Then, the distributor which can supply the fuel of the amount of the purposes to each fuel injection valve though a flow-characteristics difference is in each fuel injection valve is explained here, using drawing 30 as the 3rd example of a distributor.

[0071] The distributor 160 shown in this drawing does not lengthen the 167d of the second fuel outlets of a plunger in the 180-degree direction to first fuel outlet of plunger 167c focusing on a plunger medial axis, but is lengthening them in the small angle direction partly from 180 degrees. In addition, it is the same as that of the 2nd example of the distributor 150 shown in drawing 29 about other composition. Thus, when supplying fuel to the fuel injection valve for the 4th cylinder by forming each plunger fuel outlets 167c and 167d, fuel is not supplied to the fuel injection valve for the 1st cylinder, but it will be slightly behind and fuel will be supplied to the fuel injection valve for the 1st cylinder. Therefore, though fuel is not simultaneously supplied to each fuel injection valve from a distributor 160 and a flow-characteristics difference is in each fuel injection valve, the fuel of the amount of the purposes can be mostly supplied to each fuel injection valve.

[0072] Next, the example of a fuel pump is explained using drawing 31 - drawing 33. In the above various examples, although it was made to supply the fuel from the fuel pump (not shown) of a piece to the fuel injection valve for every cylinder with a fuel distributor, a fuel pump is formed for every cylinder and what is called so-called sequence-type jet pump which supplies fuel to the fuel injection valve which corresponds from each fuel pump is explained here.

[0073] The fuel pump 170 of this example has the pump case 171, the piston 172 which carries out

both-way movement within a pump case 171, and the piston drive 173 which carries out both-way movement of the piston 172. The cam shaft 174 by which this piston drive 173 is connected with the crankshaft through the timing belt etc., Lead cam 175a and delay cam 175b which are being fixed to the cam shaft 174 so that it may rotate with rotation of this cam shaft 174, Lead cam-follower rod 176a allotted so that the peripheral face of lead cam 175a may be touched, Delay cam-follower rod 176b allotted so that the peripheral face of delay cam 175b may be touched, Rocking rod 176c in contact with the edge of a piston 172, and the support pin 178 which is behind with lead cam-follower rod 176a, and supports uniquely cam-follower rod 176b and rocking rod 176c to a rockable, respectively, The solenoid to which the timing change pin 179 which makes rocking rod 176c rock according to one movement among two cam-follower rods 176a and 176b, and this timing change pin 179 are moved (it is not illustrated.) It has. Lead cam-follower rod 176a, delay cam-follower rod 176b, and rocking rod 176c are allotted in parallel mutually, and one [each] edge is supported by the support pin 178. Change pin breakthrough 177c which the timing change pin 179 penetrates is formed in the other-end section of rocking rod 176c, and the change pin fitting sections 177a and 177b into which the edge of the timing change pin 179 fits are formed in the other-end section of lead cam-follower rod 176a, and the other-end section of delay cam-follower rod 176b. Although the timing change pin 179 is always inserted in change pin breakthrough 177 of rocking rod 176c, the edge will be in it according to an own position with fitting section 177 of lead cam-follower rod 176a, and it will fit into either among fitting section 177 of cam-follower rod 176b b.

[0074] This fuel pump 170 operates as follows. If a crankshaft rotates and a cam shaft 174 rotates, lead cam 175a and delay cam 175b which are being fixed to this will rotate. If these cams 175a and 175b rotate, the cam-follower rods 176a and 176b which are in contact with the peripheral face of these cams 175a and 175b will rock the support pin 178 as a center according to the cam configuration which touches. If the timing change pin 179 advanced and it has fitted into fitting section 177 of cam-follower rod 176a a at this time, rocking rod 176c will also be rocked according to rocking of lead cam-follower rod 176a. Moreover, if the timing change pin 179 was late and it has fitted into fitting section 177 of cam-follower rod 176b b, rocking rod 176c will also be rocked according to rocking of delay cam-follower rod 176b. A piston 172 carries out both-way movement according to rocking of such rocking rod 176c.

[0075] As mentioned above, since piston operation which suited one cam operation among two cams 175a and 175b can be carried out by driving a solenoid with the directions from ECU90, and moving the timing change pin 179, as shown in drawing 33, fuel injection timing is changeable.

[0076]

[Effect of the Invention] The breadth spray angle of fuel injection timing of fuel or fuel has the relation of the hydrocarbon concentration regularity exhausted from an engine. Moreover, there is a fixed relation to the transformation efficiency of a catalyst and the hydrocarbon concentration in exhaust gas. Then, **** is investigated for these relations and the toxic substance in **** which controls the breadth spray angle of fuel injection timing of fuel or fuel, and exhaust gas can be efficiently removed using the fuel injection valve of this invention.

[0077] Moreover, at the time of a partial load, since fuel injection timing is brought forward and mixture with air is promoted while the breadth spray angle of fuel is made large, and the fuel from a fuel injection valve makes it suitable in the direction of the terminal of an ignition plug, forms a good gaseous mixture near [this] the terminal and narrowing the degree of angle of divergence of fuel at the time of a heavy load, stable combustion can be planned over a latus operating range.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram of the circumference of the engine of one example concerning this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram of the circumference of the cylinder head of the engine of one example concerning this invention.

[Drawing 3] It is the graph which shows the relation between the radius of curvature of an inlet pipe, and pressure loss.

[Drawing 4] It is the block diagram of the pumping bulb drive of one example concerning this invention.

[Drawing 5] It is the graph which shows the stability of the engine speed at the time of the idling in suction-port injection and cylinder injection of fuel.

[Drawing 6] It is the cross section of the fuel injection valve (state of a wide angle spraying position) of the 1st example concerning this invention.

[Drawing 7] It is the cross section of the fuel injection valve (state of a narrow angle spraying position) of the 1st example concerning this invention.

[Drawing 8] It is explanatory drawing showing the physical relationship of the fuel injection valve of the 1st example and ignition plug concerning this invention.

[Drawing 9] It is the graph which shows the relation of the fuel injection timing for every breadth spray angle and hydrocarbon concentration at the time of using the fuel injection valve of the 1st example concerning this invention.

[Drawing 10] It is the graph which shows the relation between hydrocarbon concentration and the nitrogen oxide-nitrogen transformation efficiency of a catalyst.

[Drawing 11] It is the cross section of the fuel distributor (the 1st cylinder under fuel supply) of the 1st example concerning this invention.

[Drawing 12] It is the cross section of the fuel distributor (the 4th cylinder under fuel supply) of the 1st example concerning this invention.

[Drawing 13] It is a XIII-XIII line cross section in drawing 11 .

[Drawing 14] It is the timing chart which shows the fuel-supply stage to each cylinder by the fuel distributor of the 1st example concerning this invention.

[Drawing 15] It is explanatory drawing showing the composition of the catalytic converter of one example concerning this invention.

[Drawing 16] It is the graph which shows the metergasia by the temperature change of the catalytic converter of one example concerning this invention.

[Drawing 17] It is explanatory drawing showing operation of the Miller cycle engine of one example concerning this invention.

[Drawing 18] It is the cross section of the fuel injection valve (state of a valve-closing position) of the 2nd example concerning this invention.

[Drawing 19] It is the cross section of the fuel injection valve (state of a wide angle spraying position) of the 2nd example concerning this invention.

[Drawing 20] It is the cross section of the fuel injection valve (state of a narrow angle spraying position) of the 2nd example concerning this invention.

[Drawing 21] It is the graph which shows the relation of the excess air factor and hydrocarbon concentration for every spraying configuration.

[Drawing 22] It is the graph which shows the relation between the fuel injection timing at the time of cylindrical spraying, and hydrocarbon concentration.

[Drawing 23] It is the cross section of the fuel injection valve of the 3rd example concerning this invention.

[Drawing 24] It is the important section cross section of the modification of the fuel injection valve of the 3rd example concerning this invention.

[Drawing 25] It is the cross section of the fuel injection valve of the 4th example concerning this invention.

[Drawing 26] It is the circuit diagram of the solenoid drive circuit of the fuel injection valve of the 4th example concerning this invention.

[Drawing 27] It is explanatory drawing showing the physical relationship of the fuel injection valve of other examples and ignition plug concerning this invention.

[Drawing 28] It is the timing chart which shows the fuel injection timing of other examples concerning this invention.

[Drawing 29] It is the cross section of the distributor of the 2nd example concerning this invention.

[Drawing 30] It is the cross section of the distributor of the 3rd example concerning this invention.

[Drawing 31] It is explanatory drawing showing the composition of the fuel pump of one example concerning this invention.

[Drawing 32] It is XXXII view view in drawing 31 .

[Drawing 33] It is the timing chart which shows the fuel injection timing at the time of using the fuel pump of one example concerning this invention.

[Description of Notations]

10 [-- Cylinder interior of a room,] -- A four stroke cycle engine, 11 -- A piston, 12 13 [-- An inhalation-of-air bulb, 16 / -- Exhaust air bulb,] -- A suction port, 14 -- An exhaust air port, 15 17 [-- A throttle valve, 30 / -- Exhaust pipe,] -- A cylinder, 20 -- An inlet pipe, 21 31 [-- Platinum alumina system catalyst,] -- A catalytic converter, 31a -- A metal ion exchange zeolite catalyst, 31b 40 [-- Fuel distributor,] -- An ignition plug, 50 -- A pumping bulb drive, 60,150,160 61 [-- Distributor fuel outlet,] -- Distributor casing, 62 -- A distributor fuel entrance, 63 66 [-- Plunger drive,] -- A distributor plunger, 68 -- A fuel-flow regulatory mechanism, 70 76 -- A fuel-injection-timing regulatory mechanism, 80,100,110,130 -- Fuel injection valve, 81 [-- The path for wide angle spraying, 82b / -- The path for narrow angle spraying, 83 / -- A valve element space outlet side path, 84 / -- A fuel exhaust nozzle, 85 / -- Valve element move space, 86 / -- A valve element, 87 / -- A valve element centering-control machine, 90 / -- ECU, 170 / -- Sequence-type fuel pump.] -- Valve casing, 82 -- A valve element space entrance-side path, 82a

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-177684

(43) 公開日 平成8年(1996)7月12日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------------------|---------|---------|-----|--------|
| F 0 2 M 61/18 | 3 5 0 A | | | |
| | 3 6 0 J | | | |
| F 0 2 B 17/00 | F | | | |
| 23/10 | D | | | |
| F 0 2 D 41/34 | Z | 9523-3G | | |
| 審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 18 頁) 最終頁に続く | | | | |

(21) 出願番号 特願平6-323103

(22) 出願日 平成6年(1994)12月26日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 大山 宜茂

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 藤枝 護

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 白石 拓也

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 富田 和子

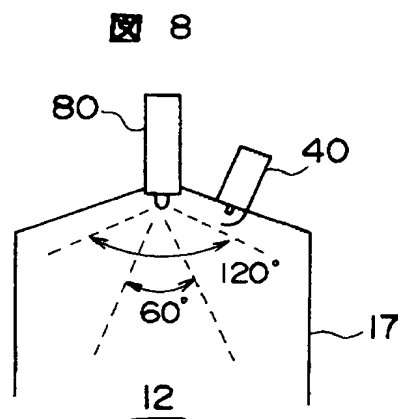
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料噴射弁、及びこれを備えた内燃機関装置

(57) 【要約】

【目的】 広い運転範囲に渡って安定燃焼し、且つ排気ガス中の有害成分を少なくする。

【構成】 燃料噴射弁80は、それから噴射される燃料の広がり噴霧角度を変えることができる。この燃料噴射弁80からの燃料がシリンダ室内12に直接噴射されるよう、燃料噴射弁80をシリンダ17に取り付ける。部分負荷時には、燃料の広がり噴霧角度を広くして、燃料噴射弁80からの燃料が点火プラグ40の端子の方向に向かせて、この端子近傍に良好な混合気を形成し、高負荷時には、燃料の広がり角度を狭くすると共に燃料噴射時期を早めて空気との混合を促進する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】内燃機関用の燃料を噴射する燃料噴射弁において、

一方の端部が燃料入口となっており他方の端部が燃料噴出口となっている燃料通路、及び該燃料通路の途中に形成されている弁体移動空間が、内部に設けられている弁ケーシングと、

前記弁ケーシング内の前記弁体移動空間内において移動可能に配置されている弁体と、

前記弁体移動空間内における前記弁体の位置を調節する弁体位置調節手段と、

を備え、

前記弁ケーシングに形成されている前記燃料通路として、ここを通ると噴霧される燃料の広がり角度が予め定めた特定角度になる狭角噴霧用通路と、ここを通ると噴霧される燃料の広がり角度が該特定角度よりも大きくなる広角噴霧用通路とを有し、

前記弁体が、前記狭角噴霧用通路で前記燃料が流れ且つ前記広角噴霧用通路で該燃料が流れない狭角噴霧位置と、該広角噴霧用燃料通路で該燃料が流れる広角噴霧位置と、該狭角噴霧用燃料通路においても該広角噴霧用燃料通路でも該燃料が流れない弁閉位置との間において移動可能に、前記弁ケーシングの弁体移動空間は形成され、

前記弁体位置調節手段は、前記狭角噴霧位置と前記広角噴霧位置と前記弁閉位置との間で、前記弁体を移動させることができることを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項2】前記燃料通路として、前記燃料入口から前記燃料を前記弁体移動空間内に導く空間入口側通路と、該弁体移動空間内の前記燃料を前記燃料出口に導く空間出口側通路とを有し、

前記空間出口側通路は、一定の方向を向いてる仮想の軸（以下、噴射中心軸とする。）を中心として円筒状に形成され、

前記空間入口側通路は、前記弁体移動空間に至る直前で二つに分かれ、二つに分かれた通路のうち、一方の通路は、そこから前記弁体移動空間に流れ込んだ燃料が前記噴射中心軸を中心として旋回するよう形成され、他方の通路は、そこから該弁体移動空間に流れ込んだ燃料が該一方の通路から流れ込んで該弁体移動空間内で旋回している燃料の旋回力を弱めるよう形成され、

前記一方の通路が前記広角噴霧用通路を成し、前記他方の通路が前記狭角噴霧用通路を成していることを特徴とする請求項1記載の燃料噴射弁。

【請求項3】前記燃料通路として、前記燃料入口から前記燃料を前記弁体移動空間内に導く空間入口側通路と、該弁体移動空間内の前記燃料を前記燃料出口に導く空間出口側通路とを有し、

前記空間出口側通路は、複数形成され、それぞれの端が前記燃料出口を形成し、

2

複数の該空間出口側通路のうち、いくつかの一群の空間出口側通路は、一定の方向を向いている仮想の軸（以下、噴射中心軸とする。）に対して予め定めた特定角度を成す方向に伸び、残りの他の群の空間出口側通路は、該噴射中心軸に対して該特定角度よりも大きい角度を成す方向に伸び、

前記一群の空間出口側通路は、前記狭角噴霧用通路を成し、前記他の群の出口側通路は、前記広角噴霧用通路を成していることを特徴とする請求項1記載の燃料噴射弁。

【請求項4】シリンダ、該シリンダの内部で往復移動するピストン、及び該シリンダの内部で火花を散らす点火プラグを有する4サイクルエンジンと、

請求項1、2又は3記載の燃料噴射弁と、

前記燃料噴射弁から燃料が噴射される時期を調節する噴射時期調節手段と、

前記燃料噴射弁から噴射する燃料噴射量を求める燃料噴射量演算手段と、

前記燃料噴射量演算手段が求めた前記燃料噴射量が予め定めた値になったか否かに応じて、前記燃料噴射時期調節手段に対して前記燃料噴射弁から燃料を噴射する時期を変えるよう指示すると共に、前記燃料噴射弁の前記弁体位置調節手段に対して前記弁体の位置を変えるよう指示する制御手段と、

を備え、

前記燃料噴射弁は、前記シリンダの内部に燃料を直接噴射でき、且つ前記弁体が前記広角噴霧位置に位置している際に噴射される燃料が前記点火プラグの端子の方向へ向かうよう、該シリンダに設けられていることを特徴とする内燃機関装置。

【請求項5】前記4サイクルエンジンは、前記ピストンが往復移動して、吸気工程、圧縮工程、膨張工程、排気工程を繰り返す過程において、該圧縮工程における圧縮ストロークよりも該膨張工程における膨張ストロークの方を大きくするミラーサイクル実行手段を有していることを特徴とする請求項4記載の内燃機関装置。

【請求項6】前記4サイクルエンジンから排気される排気ガス中の有害成分を除去する触媒を備え、

前記触媒として、金属イオン交換ゼオライト触媒と白金アルミナ系触媒とを有していることを特徴とする請求項4又は5記載の内燃機関装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、4サイクルエンジンのシリンダ内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁、及びこの燃料噴射弁を備えている内燃機関装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、筒内に燃料を直接噴射する内燃機関としては、例えば、特開昭60-30420号公報に記載されているものがある。

【0003】この内燃機関は、燃料噴射方向が点火プラグの方向に向けられた燃料噴射弁と、この燃料噴射弁から噴射される燃料を干渉するよう空気を噴射する空気噴射弁とを備えているものである。この技術では、低負荷時、つまり燃料噴射量が少ないときには、燃料噴射弁から点火プラグに向かって燃料を噴射すると共に、この燃料中に空気噴射弁から空気を噴射し、点火プラグ周辺に集中的に燃料を供給することで、稀薄燃焼の実現及びポンピングロス低減を図っている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来技術では、別途、空気噴射弁が必要となり製造コストが嵩んでしまうという問題点がある。また、近年、公害対策として、未燃炭化水素の排出をできる限り低くすることが望まれている。

【0005】本発明は、このような従来の問題点に着目してなされたもので、製造コストの増加をできる限り抑え、且つ未燃炭化水素の排出をできる限り低く抑えつつ広い運転範囲にわたって安定燃焼を実現することができる燃料噴射弁、及びこれを備えた内燃機関装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するための燃料噴射弁は、一方の端部が燃料入口となっており他方の端部が燃料噴出口となっている燃料通路、及び該燃料通路の途中に形成されている弁体移動空間が、内部に設けられている弁ケーシングと、前記弁ケーシング内の前記弁体移動空間内において移動可能に配置されている弁体と、前記弁体移動空間内における前記弁体の位置を調節する弁体位置調節手段と、を備え、前記弁ケーシングに形成されている前記燃料通路として、ここを通ると噴霧される燃料の広がり角度が予め定めた特定角度になる狭角噴霧用通路と、ここを通ると噴霧される燃料の広がり角度が該特定角度よりも大きくなる広角噴霧用通路とを有し、前記弁体が、前記狭角噴霧用通路で前記燃料が流れ且つ前記広角噴霧用通路で該燃料が流れない狭角噴霧位置と、該広角噴霧用燃料通路で該燃料が流れる広角噴霧位置と、該狭角噴霧用燃料通路においても該広角噴霧用燃料通路でも該燃料が流れない弁閉位置との間において移動可能に、前記弁ケーシングの弁体移動空間は形成され、前記弁体位置調節手段は、前記狭角噴霧位置と前記広角噴霧位置と前記弁閉位置との間で、前記弁体を移動させることができることを特徴とするものである。

【0007】ここで、前記燃料噴射弁は、前記燃料通路として、前記燃料入口から前記燃料を前記弁体移動空間内に導く空間入口側通路と、該弁体移動空間内の前記燃料を前記燃料出口に導く空間出口側通路とを有し、前記空間出口側通路は、一定の方向を向いている仮想の軸（以下、噴射中心軸とする。）を中心として円筒状に形成さ

れ、前記空間入口側通路は、前記弁体移動空間に至る直前で二つに分かれ、二つに分かれた通路のうち、一方の通路は、そこから前記弁体移動空間に流れ込んだ燃料が前記噴射中心軸を中心として旋回するよう形成され、他方の通路は、そこから該弁体移動空間に流れ込んだ燃料が該一方の通路から流れ込んで該弁体移動空間内で旋回している燃料の旋回力を弱めるよう形成され、前記一方の通路が前記広角噴霧用通路を成し、前記他方の通路が前記狭角噴霧用通路を成していることを特徴とするものである。

【0008】また、前記燃料噴射弁は、前記燃料通路として、前記燃料入口から前記燃料を前記弁体移動空間内に導く空間入口側通路と、該弁体移動空間内の前記燃料を前記燃料出口に導く空間出口側通路とを有し、前記空間出口側通路は、複数形成され、それぞれの端が前記燃料出口を形成し、複数の該空間出口側通路のうち、いくつかの一群の空間出口側通路は、一定の方向を向いている仮想の軸（以下、噴射中心軸とする。）に対して予め定めた特定角度を成す方向に伸び、残りの他の群の空間出口側通路は、該噴射中心軸に対して該特定角度よりも大きい角度を成す方向に伸び、前記一群の空間出口側通路は、前記狭角噴霧用通路を成し、前記他の群の出口側通路は、前記広角噴霧用通路を成していることを特徴とするものである。

【0009】また、前記目的を達成するための内燃機関装置は、シリンダ、該シリンダの内部で往復移動するピストン、及び該シリンダの内部で火花を散らす点火プラグを有する4サイクルエンジンと、前記燃料噴射弁と、前記燃料噴射弁から燃料が噴射される時期を調節する噴射時期調節手段と、前記燃料噴射弁から噴射する燃料噴射量を求める燃料噴射量演算手段と、前記燃料噴射量演算手段が求めた前記燃料噴射量が予め定めた値になったか否かに応じて、前記燃料噴射時期調節手段に対して前記燃料噴射弁から燃料を噴射する時期を変えるよう指示すると共に、前記燃料噴射弁の前記弁体位置調節手段に対して前記弁体の位置を変えるよう指示する制御手段と、を備え、前記燃料噴射弁は、前記シリンダの内部に燃料を直接噴射でき、且つ前記弁体が前記広角噴霧位置に位置している際に噴射される燃料が前記点火プラグの端子の方向へ向かうよう、該シリンダに設けられていることを特徴とするものである。

【0010】ここで、前記内燃機関装置の前記4サイクルエンジンは、前記ピストンが往復移動して、吸気工程、圧縮工程、膨張工程、排気工程を繰り返す過程において、該圧縮工程における圧縮ストロークよりも該膨張工程における膨張ストロークの方を大きくするミラーサイクル実行手段を有しているものである。

【0011】

【作用】燃料の噴射時期や燃料の広がり噴霧角度は、エンジンから排気される炭化水素濃度一定の関係がある。

また、触媒の転換効率と排気ガス中の炭化水素濃度とも、一定の関係がある。そこで、これらの関係を予め調べておき、本発明の燃料噴射弁を用いて、燃料の噴射時期や燃料の広がり噴霧角度を制御すれば、排気ガス中の有害物質を効率良く除去することができる。

【0012】また、本発明では、筒内噴射を実行している。このため、燃料が吸気管の内面や吸気バルブの上面に付着するのを回避できるので、シリンダ室内に目的の時期に目的の燃料量を確実に供給できる。さらに、燃料が吸気管の内面や吸気バルブの上面に付着するのを回避していることで、燃料の蒸発率を上げるために圧縮温度を高める必要が無くなる結果、充填空気量を高めエンジン出力を向上させることができると共に、耐ノック性を向上させることもできる。

【0013】また、部分負荷時には、燃料の広がり噴霧角度を広くして、燃料噴射弁からの燃料が点火プラグの端子の方向に向かせて、この端子近傍に良好な混合気を形成し、高負荷時には、燃料の広がり角度を狭くすると共に燃料噴射時期を早めて空気との混合を促進するので、従来技術のように、別途燃料噴射弁を設けなくとも、広い運転範囲に渡って安定燃焼を図ることができる。

【0014】

【実施例】以下、本発明に係る各種実施例について、図面を用いて説明する。まず、本発明に係る内燃機関装置について説明する。

【0015】図1は、本実施例の内燃機関（エンジン）及びエンジン回りの構成例を示している。本実施例のエンジンは、4気筒ミラーサイクル式ガソリンエンジン10である。エンジン10のシリンダヘッドには、吸気ポート13及び排気ポート14が形成され、それぞれに吸気管20、排気管30が接続されている。シリンダヘッドには、さらに、燃料噴射弁80及び点火プラグ40が設けられている。吸気ポート13には、吸気バルブ15が設けられ、排気ポート14には、排気バルブ16が設けられている。吸気管20には、ここの中を通る空気の流量を調節するためのスロットルバルブ21が設けられている。一方、排気管30には、ここの中を通る排気ガスから有害成分を除去するための触媒コンバータ31が設けられている。シリンダ17の外周には、冷却水が入るウォータジャケット18が設けられている。このウォータジャケット18は、ラジエータ（図示されていない。）との間で冷却水が循環するよう、ラジエータとパイプで接続されている。

【0016】吸気バルブ15及び排気バルブ16には、吸排気バルブ駆動機構50が接続されている。また、各気筒の燃料噴射弁80には、各気筒ごとに供給する燃料の流量及び供給時期を調整するための燃料分配器（噴射時期調節手段）60が接続されている。スロットルバルブ21は、アクセルペダル23の操作量に連動して動作

するよう、ワイヤ22でアクセルペダル23と連結されている。点火プラグ40には、点火プラグ駆動回路41が接続されている。吸排気バルブ駆動機構50、燃料分配器60、燃料噴射弁80、及び点火プラグ駆動回路41には、これらに対して制御信号を出力する制御ユニット（ECU）90が接続されている。

【0017】吸気管20には、ここを通る空気の質量流量Aを検出する空気流量計91が設けられている。一方、排気管30には、ここを通る排気ガスTgの温度を検出する排気ガス温度計94が設けられている。また、ウォータジャケット18には、冷却水Twの温度を検出する冷却水温計93が設けられている。スロットルバルブ21には、その開度を検出するスロットル開度計92が設けられている。エンジン10のクランクシャフト（図示されていない。）には、この回転数（エンジン回転数）を検出するエンジン回転数計95が設けられている。

【0018】空気流量計91、スロットル開度計92、冷却水温計93、排気ガス温度計94は、これら計器での検出信号を制御ユニット90に出力できるよう、制御ユニット90と接続されている。制御ユニット90は、いわゆるマイクロコンピュータで、各計器91、92、…からのアナログ信号をディジタル信号に変換するA/D変換器（図示されていない。）、各種プログラム等が記憶されているROM（図示されていない。）、ROMに記憶されているプログラムに基づいて各種演算を実行するCPU（図示されていない。）、各計器からの検出結果やCPUによる演算結果等を一時的に記憶しておくRAM（図示されていない。）等を有して構成されている。この制御ユニット90は、燃料噴射量を求める燃料噴射量演算手段、燃料噴射時期調節手段である分配器60や燃料噴射弁80等に対して制御信号を出力する制御手段を構成している。

【0019】吸気管20は、図2に示すごとく、エンジン10の吸気ポート13近傍において直線状に形成されている。ここで、吸気ポート13近傍における吸気管20の曲率半径Rと圧力損失の関係は図3のごとくなる。すなわち、吸気管20の曲率半径Rを10cmにした場合、吸気管20での圧力損失は、ほとんど最小値である 1×10^3 Paとなり、これ以上、曲率半径Rを大きくしても圧力損失はほとんど小さくならない。曲率半径Rが10cmのときの圧力損失、 1×10^3 Paという値は、まったくと言ってよいほどエンジン10の出力に影響を及ぼさない。そこで、本実施例では、吸気ポート13近傍における吸気管20の曲率半径Rを10cmより僅かに大きくして、空気流れのはく離を回避し、圧力損失をできる限り低減している。この結果、エンジン10への充填空気量が大きくなり、エンジン10の出力が向上する。

【0020】本実施例では、図4に示すように、一気筒

あたり、吸気バルブ15及び排気バルブ16（同図においては吸気バルブ15a、15bのみを描いている。）がそれぞれ2つずつ設けられている。吸排気バルブ駆動機構50は、これらのバルブ15、16を適正な時期に動作させるものである。吸排気バルブ駆動機構50は、エンジン10のクランクシャフト（図示されていない）とタイミングチェーンを介して連結されているカムシャフト51と、このカムシャフト51の回転により回転するカム52と、一方の端部がカム52の周面と接触し他方の端部がバルブ15a、15bのステムヘッドに接触するロッカーアーム53a、53bと、ロッカーアーム53a、53bを揺動可能に支持するロッカーシャフト54a、54bとを有している。ロッカーアーム53a、53bは、一方の端部がカムの周面に沿って揺動することで、他方の端部がバルブ15a、15bのステムヘッドを押して、バルブ15a、15bを動作させている。バルブ15a、15bのリフト量及び動作タイミングは、このカム52のプロファイルを変えることにより、調節することができる。なお、バルブの動作タイミングについては、後述する。また、図1及び図4には、排気バルブ16の駆動機構が描かれていないが、基本的な構造は、図4に示している吸気バルブ15の駆動機構と同じである。

【0021】本実施例では、図4に示すように、エンジン10のシリンダ室12内に直接燃料を噴射できるように、燃料噴射弁80を配置している。一般的なガソリンエンジンに見られる吸気ポート燃料噴射方式では、吸気管20の内面や吸気バルブ15の上面に燃料が付着する結果、目的の時刻に目的の量の燃料をシリンダ室内に送ることができず、シリンダ室内の燃焼が不安定になることがある。特に、吸気バルブ15のリフトが小さいとき（1.8mm以下）、吸気バルブ15の上面に停留した燃料が断続的にシリンダ室内に入り、燃焼が不安定になり、図5に示すごとく、エンジン回転が不安定になる傾向が高い。そこで、本実施例では、燃料の筒内噴射を行い、吸気管20の内面や吸気バルブ15の上面に燃料が付着するのを回避している。更に、本実施例では、低回転時の吸気工程の際には、二つの吸気バルブ15a、15bのうち、一方の吸気バルブ15bの動作を一時的に停止し、他方の吸気バルブ15aを開けて、シリンダ室内12に旋回流を形成し、燃焼の促進を図っている。この結果、図5に示すように、本実施例では、アイドリング時のエンジン回転数は、非常に安定したものとなっている。

【0022】燃料噴射弁80は、図6に示すように、弁体86と、弁体86の位置を調節する位置調節器87と、燃料通路82、83及び弁体移動空間85が形成されていると共にこれらを覆う弁ケーシング81とを有している。燃料通路82、83は、一方の端部が燃料入口（図示されていない。）となっており、他方の端部が燃

料噴出口84となっている。この燃料通路82、83の途中に、弁体移動空間85が形成され、この弁体移動空間85内にも燃料が流れ込むようになっている。つまり、弁体移動空間85の一部も、燃料通路としての役目を担っている。弁体移動空間85から燃料噴出口84までの通路（以下、弁体空間出口側通路とする。）83は、円筒状に形成されている。燃料入口から弁体移動空間85までの通路（以下、弁体空間入口側通路とする。）82は、弁体移動空間85に至る直前で二つに分かれている。この二つに分かれた通路82a、82bのうち、一方の通路（以下、広角噴霧用通路とする。）82aは円筒状の出口側通路83の中心軸Cに対して垂直方向に伸び、他方の通路（以下、狭角噴霧用通路とする。）82bは出口側通路83の中心軸Cに対して鈍角をなす方向に伸びている。弁体86は、弁体空間出口側通路83の弁移動空間側口を塞ぐ弁閉位置と、広角噴霧用通路82aの弁体移動空間側口を開けておく一方で狭角噴霧用通路82bの弁体移動空間側口を塞ぐ広角噴霧位置（図6の状態）と、広角噴霧用通路82aの弁体移動空間側口及び狭角噴霧用通路82bの弁体移動空間側口を開けておく狭角噴霧位置（図7の状態）とに、移動可能に弁体移動空間85内に設けられている。位置調節器87は、ECU90からの制御信号が入力する小型のステッピングモータ87aと、このステッピングモータ87aの駆動で動作するストッパ87bとを有している。位置調節器87は、そのストッパ87bが弁体86と接触して、弁体86を目的の位置に位置させる。具体的には、位置調節器87は、ECU90からの信号に応じて、弁体86を、前述した、弁閉位置、広角噴霧位置及び狭角噴霧位置に位置させる。

【0023】弁体86が弁閉位置に位置しているときには、燃料が弁体移動空間85から出口側通路83へ流れることができず、弁80から燃料噴射されない。弁体86が広角噴霧位置に位置しているときには、出口側通路83に対して垂直な方向に伸びている広角噴霧用通路82aのみが開いている。従って、この広角噴霧用通路82aから燃料が出ると、弁体移動空間85内において燃料が旋回流となって、出口側通路83を介して、燃料噴射口84から円錐状に噴射される。また、弁体86が狭角噴霧位置に位置しているときには、広角噴霧用通路82aと狭角噴霧用通路82bとが開いている。狭角噴霧用通路82bは出口側通路83に対して鈍角を成す方向に伸びているため、広角噴霧用通路82aから出た燃料の旋回力は弱められる。従って、燃料噴射口84から出た燃料の広がり噴霧角度は、弁体86が広角噴霧位置に位置しているときよりも狭角噴霧位置に位置しているときの方が狭くなる。具体的に、図6に示すように、弁体86が広角噴霧位置に位置しているときの燃料の広がりの噴霧角度は120°となり、弁体86が狭角噴霧位置に位置しているときの燃料の広がりの噴霧角度は60°と

なる。

【0024】本実施例のエンジン10は、前述したように4気筒エンジンであるから、各気筒ごとに燃料噴射弁80が、つまり合計4つの燃料噴射弁80が設けられている。各燃料噴射弁80の上流側には、図1に示すように、燃料タンク（図示されていない。）及び燃料ポンプ（図示されていない。）からの燃料を各燃料噴射弁80に分配する分配器60が設けられている。

【0025】分配器60は、図11に示すように、分配器ケーシング61と、このケーシング61内を回転しつつ往復移動するプランジャー66と、プランジャー66を回転させつつ往復移動させるプランジャー駆動機構70と、各燃料噴射弁80に供給する燃料の量を調節するための燃料流量調節機構68と、各燃料噴射弁80に供給する燃料の供給時期を調節する燃料噴射時期調節機構76とを備えている。

【0026】分配器ケーシング61は、プランジャー移動空間65と、このプランジャー移動空間65に通じる一つの燃料入口62と、プランジャー移動空間65から各燃料噴射弁80a、…、80dに通じる四つの燃料出口63a、…、63d（図13に示す。）とが形成されている。ケーシング燃料入口62は、図示されていない燃料ポンプとつながっている。プランジャー66は、円筒状を成し、その中心軸に該当する箇所に燃料主通路67が形成されている。燃料主通路67の一方の端部には、分配器ケーシング61の燃料入口62からプランジャー移動空間65内に流入してきた燃料をプランジャー66の燃料主通路67内に導く燃料入口67aが形成され、他方の端部には、燃料主通路67内に入ってきた燃料を燃料タンク（図示されていない。）に戻すための燃料放出口67bが形成されている。燃料主通路67の途中からは、ケーシング燃料出口63a、…、63dに通じるプランジャー燃料出口67c、67dが形成されている。このプランジャー燃料出口67c、67dとしては、第一燃料出口67cと第二燃料出口67dとがあり、両者67c、67dは、プランジャー66の中心軸を中心として対称で、且つプランジャー66の中心軸が伸びている方向に若干ズレている。

【0027】プランジャー駆動機構70は、プランジャー66の端部に固定されているカム円盤71と、カム円盤71の外周よりの表面に接するローラ72と、このローラ72を回転可能に支持するローラ支持板73と、エンジン10のクランクシャフトにタイミングベルト等を介して連結されているカムシャフト74と、一方の端部がカムシャフト74に対してプランジャー66の中心軸方向に移動可能に連結され他方の端部がカム円盤71に固定されている連結ロッド75とを有している。エンジン10のクランクシャフトとカムシャフト74とは、クランクシャフトが一回転すると、カムシャフト74が二回転するように連結されている。従って、エンジン10

のクランクシャフトが一回転すると、カムシャフト74、連結ロッド75及びカム円盤71を介して、プランジャー66がその中心軸を中心として二回転する。カム円盤71の外周よりの表面には、4つの凸部71a、71b、…が形成されている。ローラ72は、この凸部71a、71b、…に接触するように配されている。従って、カムシャフト74が一回転すると、カム円盤71及びこれに固定されているプランジャー66は、1回転しつつ四回往復移動する。

【0028】燃料流量調節機構68は、円筒状のプランジャー66の外周に接するよう環状を成し、プランジャー燃料放出口67bを塞ぐ位置と燃料放出口67bを開ける位置との間で往復移動可能な流量調節リング68aと、このリング68aを往復移動させる電磁ソレノイド68bと、この電磁ソレノイド68bと流量調節リング68aとの連結する連結ロッド68cとを有している。

【0029】燃料噴射時期調節機構76は、円筒状のプランジャー66の外周に接するよう環状を成し、プランジャー第一燃料出口67cを開ける一方でプランジャー第二燃料出口67dを塞ぐ第一噴射位置と、プランジャー第一燃料出口67cを塞ぐ一方でプランジャー第二燃料出口67dを開けるプランジャー第二噴射位置との間で往復移動可能な噴射時期調節リング77と、このリング77を往復移動させる電磁ソレノイド78と、この電磁ソレノイド78と噴射時期調節リング77とを連結する連結ロッド79とを有している。噴射時期調節リング77には、図13に示すように、第一噴射位置のときにケーシング61の各燃料出口63a、…、63dに通じる連通孔77a、…、77dが形成されている。

【0030】燃料分配器60は、カムシャフト74の回転によるプランジャー66の往復移動により、ケーシング燃料入口62からプランジャー移動空間65内に燃料を導入する一方で、プランジャー移動空間65内に流入した燃料をプランジャー66の燃料主通路67、噴射時期調節リング77の連通孔77a、…、77dを介してケーシング燃料出口63a、…、63dから流出させる。複数のケーシング燃料出口63a、…、63dのうち、いずれの燃料出口から燃料を流出させるかは、ケーシング61に対するプランジャー66の回転角度によって定まる。燃料分配器60は、図13に示すように、プランジャー66の回転により、第1気筒用燃料噴射弁80a、第三気筒用燃料噴射弁80c、第4気筒用燃料噴射弁80d、第2気筒用燃料噴射弁80bの順で、これらの燃料噴射弁に燃料タンクからの燃料を分配する。

【0031】ケーシング燃料出口63a、…、63dから流出する燃料量は、燃料流量調節機構68により調節される。プランジャー燃料入口67aからプランジャー燃料主通路67に流入してきた燃料は、プランジャー燃料出口67c、67dの他、プランジャー燃料放出口67bからも流出可能である。そこで、燃料流量調節機構

66の流量調節リング68aを適宜移動させることで、プランジャー燃料放出口67bから流出する燃料を調節し、間接的に、プランジャー燃料放出口67c、67dからケーシング燃料出口63a、…、63dを介してケーシング61外に流出される燃料量を調節する。なお、プランジャー燃料放出口67bから放出された燃料は、燃料タンクに戻される。

【0032】燃料分配器60から各燃料噴射弁80への燃料供給時期は、燃料噴射時期調節機構76により調節される。例えば、図11及び図13に示すように、プランジャー第一燃料出口67cの位置と第1気筒用のケーシング燃料出口63aの位置とが一致し、噴射時期調節リング77が第一噴射位置に位置しているときには、プランジャー第一燃料出口67cと第1気筒用のケーシング燃料出口63aとは噴射時期調節リング77の連通孔77aを介して、連通している。従って、プランジャー66の燃料主通路67内の燃料は、プランジャー第一燃料出口67c、リング77の連通孔77a、第1気筒用のケーシング燃料出口63aを介して、第1気筒用の燃料噴射弁80aに供給される。また、プランジャー第一燃料出口67cの位置と第1気筒用のケーシング燃料出口63aの位置とが一致していても、図14に示すように、噴射時期調節リング77が第二噴射位置に位置しているときには、プランジャー第一燃料出口67cが噴射時期調節リング77により塞がれ、プランジャー第二燃料出口67dが開いて、プランジャー第二燃料出口67dと第4気筒用のケーシング燃料出口63dとが連通している。従って、プランジャー66の燃料主通路67内の燃料は、プランジャー第二燃料出口67d、第4気筒用のケーシング燃料出口63dを介して、第4気筒用の燃料噴射弁80dに供給される。このように、噴射時期調節リング77を移動させることにより、第1気筒用の燃料噴射弁80aに燃料を供給する時期に、第1気筒用燃料噴射弁80aに燃料を供給せず、第4気筒用燃料噴射弁80dに燃料を供給することができる。これを言い替えると、燃料噴射時期調節機構76を動作させることにより、図14に示すように、燃料噴射の位相を180°変えることができる。

【0033】ここで、本実施例のエンジン10が採用しているミラーサイクルについて、図17を用いて簡単に説明する。通常の4サイクルエンジンは、基本的に、圧縮ストロークと膨張ストロークとが同じストローク長であるが、ミラーサイクルエンジン10は、エンジンの有効仕事を増やすために、圧縮ストロークに対して膨張ストロークを大きく、つまり(膨張ストローク)/圧縮ストローク>1にしたものである。

【0034】本実施例では、圧縮ストロークに対して膨張ストロークを大きくするために、吸気バルブ15の開閉時期を制御することで実現している。具体的には、まず、吸気バルブ15が開き、ピストン11が下降して、

シリンダ室内12に空気が入る(図17(a))。ピストン11が下死点に到達し(同図(b))、その後、ピストン11が僅かに上昇してから吸気バルブ15を閉じる(同図(c))。この吸気バルブ15が閉じられた時点からピストン11が上死点に到達するまでの間が圧縮工程となる。燃料の点火は、ピストン11が上死点に到達する直前で実行される(同図(d))。ピストン11は、上死点に達すると、燃料の爆発に力により押し下げられる(同図(e))。このピストン11が上死点から下死点に達するまでの間が膨張工程となる(同図(f))。排気バルブ16は、ピストン11が下死点に到達する直前で開く。ピストン11は、再び上昇し始め、シリンダ室内12の排気ガスは排気管30に排気される(同図(g))。

【0035】このように、本実施例では、吸気工程から圧縮工程になる過程において、ピストン11が上昇し始め、シリンダ室内の容積が小さくなり始めているにも関わらず、吸気バルブ15を開けておき、通常の4サイクルエンジンよりも、遅く吸気バルブ15を閉じることで、膨張ストロークに対して圧縮ストロークを小さく、換言すると、圧縮ストロークに対して膨張ストロークを大きくしている。この吸気バルブ15の開閉時期の制御は、前述したように、バルブ駆動機構50のカム52のプロファイルを変えることにより、実現している。

【0036】ミラーサイクルにおいては、圧縮ストロークが小さく、圧縮比が小さいために、通常、圧縮温度が低下して、燃料の蒸発率が低下してしまう傾向がある。このため、目標とする空燃比で燃料を燃焼させることができないことがあるという欠点がある。一方、圧縮温度が低いと、ノックが生じにくいという利点がある。

【0037】そこで、本実施例では、この欠点を解決するために、前述したように燃料をシリンダ室内12に直接噴射する筒内噴射を行っている。通常、吸気ポート噴射のときは、吸気ポート部での燃料の蒸発を促進するため、具体的には、吸気管20の内周面や吸気バルブ15の裏面(シリンダ室内と対向する面と逆の面)等に付着した燃料を気化させるため、吸気バルブ15やシリンダヘッドの温度を高くしている。このために、吸気ポート噴射では、温度の上昇に伴う充填空気量の低下やノックが生じやすいことによる出力の低下を招いてしまう。これに対して、本実施例では、直接、シリンダ室内12に燃料を噴射しているので、吸気ポート部に燃料が付着してしまうことはなく、燃料の蒸発率を上げるために圧縮温度を高める必要が無い。また、圧縮温度を高める必要が無いために、吸気ポート噴射の欠点である、充填空気量の低下やノックが生じやすいことによる出力の低下を回避することができる。すなわち、本実施例では、耐ノック性を向上させることができると共に、充填空気量が増す結果、エンジン10の出力を向上させることもできる。

【0038】また、通常の吸気ポート噴射では、吸気下死点からクランク角で 30° 以上遅らせて吸気バルブ15を閉じると、圧縮温度が低下する結果、燃料の蒸発率が低下して、エンジン10の燃焼が不安定になってしまう。これに対し、本実施例では、吸気下死点からクランク角で 30° 以上遅らせて吸気バルブ15を閉じて、筒内噴射を行っているため、前述した理由で、安定な燃焼を維持できる。このため、ミラーサイクルの目的である圧縮仕事の低減を大幅に行うことができる。なお、吸気下死点からクランク角で 30° 以上遅らせて吸気バルブ15を閉じるということは、言い替えると、圧縮上死点から前クランク角で 150° 以内に吸気バルブ15を閉じるということである。

【0039】図9は、先に述べた本実施例の燃料噴射弁80による、燃料の広がり噴霧角度毎の噴射時期と排気ガス中の炭化水素濃度との関係を示したものである。なお、同図において、横軸の噴射時期 0° は、圧縮上死点を示している。同図に示すように、燃料の広がり噴霧角を 120° にしたときには、噴射時期を遅らせるにつれて（圧縮上死点（ 0° ）に近づく方向に噴射時期を変え（図9の横軸の噴射時期が 0° から 180° になるまで）、排気ガス中の炭化水素濃度は増加し、噴射時期が圧縮上死点（ 0° ）からクランク角で約 -100° にしたときに炭化水素濃度が最も高くなり、これ以上噴射時期を遅らせると、炭化水素濃度は逆に低くなる。また、燃料の広がり噴霧角度を 60° にしたときには、噴射時期を遅らせても、噴射時期が圧縮上死点（ 0° ）からクランク角で約 -40° になるまで、炭化水素濃度は、燃料の広がり噴霧角を 120° にしたときの炭化水素濃度よりも低く且つほとんど変化しない。このように、噴射時期が圧縮上死点（ 0° ）からクランク角で約 -40° になるまで、燃料の広がり噴霧角度が 60° のときより 120° の方が炭化水素濃度が高いのは、燃料の広がり噴霧角度が 120° の方がシリンダ17の壁面に付着する燃料量が多いからである。また、噴射時期が圧縮上死点（ 0° ）からクランク角で約 -40° になった以降、燃料の広がり噴霧角度が 120° のときより 60° の方が炭化水素濃度が高いのは、噴射時期を圧縮上死点近くまで遅らせることにより、ピストン11が燃料噴射弁80に近くなり、燃料の広がり噴霧角度が 60° の方がピストン11の上面に付着する燃料量が増えてしまうからである。

【0040】そこで、噴射時期を早めにする場合、具体的には、圧縮上死点（ 0° ）からクランク角で約 -40° になるまでに燃料を筒内噴射する場合には、燃料の広がり噴霧角度を 60° にし、噴射時期を遅くする場合、具体的には、圧縮上死点（ 0° ）からクランク角で約 -40° になった以降に燃料を筒内噴射する場合には燃料の広がり噴霧角度を 120° にして、排気ガス中の炭化水素濃度をできる限り少なくする。

【0041】ところで、燃料噴射量の少ない部分負荷運

転時においては、点火プラグ40回りの混合気濃度が稀薄になり、燃焼が不安定になることがある。このため、部分負荷運転時には、図8に示すように、点火プラグ40の方向に多くの燃料が噴射されるよう、燃料の噴霧角度を 120° にすれば、点火プラグ40回りの混合気濃度を一定濃度以上にすることができ、安定燃焼を確保することができる。

【0042】以上をまとめると、図14に示すように、部分負荷運転時には、噴射時期を遅らせ且つ噴霧角を 120° にし、高負荷運転時には、噴射時期を早め且つ噴霧角を 60° にして、排気ガス中の炭化水素濃度を少なくすると共に、安定燃焼を確保する。本実施例において、このような制御を実行するために、EPU90は、空気流量計91で検出された空気流量やスロットル開度計92で検出されたスロットルバルブ21の開度等に応じて定めた燃料噴射量が予め定められた値以下のときには、燃料分配器60の燃料噴射時期調節機構76に対して、燃料噴射時期を遅らせるよう指示すると共に、燃料噴射弁80の弁体位置調整器57に対して、噴霧角度を 120° にするよう指示する。また、EPU90は、自身が定めた燃料噴射量が予め定められた値を超えたときには、燃料分配器60の燃料噴射時期調節機構76に対して、燃料噴射時期をクランク角で約 180° 早くするよう指示すると共に、燃料噴射弁80の弁体位置調整器57に対して、噴霧角度を 60° にするよう指示する。

【0043】なお、実験によれば、部分負荷時には、噴霧角度は 100° 以上であればよく、高負荷時には、 90° 以下であればよいことがわかった。また、本実施例では、弁体86が狭角噴霧位置に位置しているときは、広角噴霧用通路82aの弁体移動空間側口及び狭角噴霧用通路82bの弁体移動空間側口が開いているが、広角噴霧用通路82aの弁体移動空間側口を閉じ、狭角噴霧用通路82bの弁体移動空間側口のみを開けるようにしてもよい。

【0044】ところで、排気ガス中の炭化水素濃度は、後述する窒素酸化物の浄化用の触媒コンバータ31の転換効率と相関関係があり、図10に示すように、炭化水素濃度が高まるにつれて、窒素酸化物を窒素に転換する触媒コンバータ31の転換効率が上昇する。一般的に、排気ガス中の窒素酸化物濃度には、規制が設けられているため、この規制を満たす必要がある。このため、無闇に炭化水素濃度を低くしてしまうと、触媒コンバータ31の転換効率が低くなり、窒素酸化物濃度が高くなって、規制値を満足しなくなってしまうことがある。そこで、触媒コンバータ31の転換効率を考慮して、窒素酸化物濃度が規制値を越えない範囲で、炭化水素濃度を低くする制御を実行する必要がある。

【0045】排気管30に設けられている触媒コンバータ31には、図15に示すように、エンジン10側に金属イオン交換ゼオライト触媒31aが配され、排気口側

に白金アルミナ系触媒31bが配されている。金属イオン交換ゼオライト触媒31aは、低温活性が高いが、NO選択還元特性は低いという特性がある。また、白金アルミナ系触媒31bは、低温活性が低い、NO選択還元特性は高いという特性がある。したがって、高回転、高負荷時の炭化水素(HC)濃度が低く、図10を用いて前述したように触媒の窒素酸化物-窒素転換効率が低くなりがちな運転域では、主に、触媒環境の温度が高ければNOの選択還元特性の高い白金アルミナ系触媒31bが機能し、低回転、低負荷時のHC濃度が高く、前述したように触媒の窒素酸化物-窒素転換効率が高くなる運転域では、主に、触媒環境の温度が低くても活性化している金属イオン交換ゼオライト触媒31aが機能する。なお、高回転、高負荷時にHC濃度が低いのは、排気ガス温度が高いために、HCがシリンダ室内12から排気管30を排気される過程で、酸化反応が進むからである。また、低回転、低負荷時にHC濃度が高いのは、排気ガス温度が低いために、酸化反応が進まず、そのまま排気されるからである。

【0046】エンジン始動時に排出されるHCは、主に金属イオン交換ゼオライト触媒31aに吸着される。排ガスによって触媒コンバータ31の温度が高くなると、金属イオン交換ゼオライト触媒31aに吸着していたHCは離脱し、白金アルミナ系触媒31bによって酸化される。通常の白金アルミナ系触媒は、低温でHCが酸化されないときに、二酸化窒素 N_2O を生成しやすい。これを回避するため、本実施例の白金アルミナ系触媒31bには、低温時の触媒活性を高めるためにパラジウム等を添加している。また、エンジン始動時等における二酸化窒素 N_2O の転換効率を高めるために、燃料噴射時期を遅らせて排気ガス温度を高める、あるいは、ミラーサイクルにおいて膨張ストローク/圧縮ストローク比を変えて排気温度を高める等の制御をしてもよい。

【0047】図16に示すごとく始動直後は、排ガスの温度が低いので、HCと NO_x を金属イオン交換ゼオライト触媒31aに吸着させる。この期間は、燃料噴射時期を遅らせて、排気ガス温度を高め、極力 NO_x の発生を抑える。排ガスの温度が高くなってくると、金属イオン交換ゼオライト触媒31に吸着していたHC、 NO_x が、次第に H_2O 、 CO_2 、 N_2 に変換される。このとき、排ガス中の NO_x も、吸着されているHCで変換される。金属イオン交換ゼオライト触媒31に吸着していたHCがなくなると、噴射時期を進めて、排ガス中のHCを増す。さらに、高温になると、白金アルミナ系触媒31bが主に機能し始める。

【0048】本実施例では、前述したように、部分負荷運転時に噴射時期を遅らせ、高負荷運転時には噴射時期を早める制御を実行しているが、エンジン始動においては、特に触媒コンバータ31の機能を高めるために、冷却水温度計93の温度に基づいて始動時可否かを認識

し、始動時の場合には、触媒コンバータ31に設けられている排気ガス温度計94により検出された温度に応じて燃料噴射時期を制御している。具体的には、冷却水温度計93により検出された温度が予め定められた温度になるまでは、ECU90は、始動時であると認識し、このとき、排気ガス温度計94により検出された温度が予め定められた温度になるまでは、燃料分配器60の燃料噴射時期調節機構76に対して噴射時期を遅らせるよう指示し、排気ガス温度計94により検出された温度が予め定められた温度を超えると、燃料分配器60の燃料噴射時期調節機構76に対して噴射時期を早めるよう指示する。冷却水温度計93により検出された温度が予め定められた温度を超えると、ECU90は、始動状態が終わったと認識して、負荷に応じて噴射時期を制御する。

【0049】以上のように、本実施例では、筒内噴射を実行し、燃料が吸気管20の内面や吸気バルブ15の上面に付着するのを回避しているため、シリンダ室内12に目的の時期に目的の燃料量を確実に供給できる。さらに、燃料が吸気管20の内面や吸気バルブ15の上面に付着するのを回避していることで、燃料の蒸発率を上げるために圧縮温度を高める必要がなくなる結果、充填空気量を高めエンジン出力を向上させることができると共に、耐ノック性を向上させることもできる。

【0050】また、本実施例では、部分負荷時には、燃料の広がり噴霧角度を 100° 以上にして点火プラグ40の近傍に良好な混合気を形成し、高負荷時には、燃料の広がり角度を 90° 以下すると共に燃料噴射時期を早めて空気との混合を促進しているので、広い運転範囲に渡って安定燃焼を図ることができる。また、本実施例では、燃料の噴射時期や燃料の広がり噴霧角度を制御して、エンジン10自体から排気される炭化水素を少なくすると共に、触媒コンバータ31を効率良く機能させているので、排気ガス中の有害物質の除去効率を高めることができる。

【0051】なお、本実施例は、ミラーサイクルエンジンに本発明を適用したものであるが、本発明は、これに限定されたものではなく、通常のガソリンエンジンに適用してもよい。

【0052】次に、燃料噴射弁の第2の実施例について、図18～図20を用いて説明する。本実施例の燃料噴射弁100は、図18に示すように、弁体106と、弁体106の位置を調節する位置調節器107と、燃料通路102、103及び弁体移動空間105が形成されていると共にこれらを覆う弁ケーシング101とを有している。燃料通路102、103は、一方の端部が燃料入口(図示されていない。)となっており、他方の端部が燃料噴出口104となっている。この燃料通路102、103の途中に、弁体移動空間105が形成され、この弁体移動空間105内にも燃料が流れ込むようになっている。弁体移動空間105から燃料噴出口104ま

での通路（以下、空間出口側通路とする。）103は、複数形成されている。複数の空間出口側通路のうち、一群の通路（以下、狭角噴霧用通路とする。）103bは、噴射中心軸Cに対して30°を成す方向に伸びており、残りの他の群の通路（以下、広角噴霧用通路とする。）103aは、噴射中心軸に対して60°を成す方向に伸びている。

【0053】弁体106は、広角噴霧用通路103aの弁体移動空間側口及び狭角噴霧用通路103bの弁体移動空間側口を塞ぐ弁端部106bと、この弁端部106bが先端に設けられている本体106aとを有している。弁体移動空間105は、弁体106の弁端部106bのみが入り込む弁端部移動空間105bと、弁体106の本体106aが収まる本体移動空間105aとを有している。弁ケーシング101は、弁端部移動空間105bと本体移動空間105aとの境が弁座101aを形成している。

【0054】弁体106は、弁座101aに接触して、本体移動空間105a内の燃料が弁端部移動空間105b内に流れ込まない弁閉位置（図18の状態）と、広角噴霧用通路103aの弁体移動空間側口を開ける一方で狭角噴霧用通路103bの弁体移動空間側口を閉じる広角噴霧位置（図19の状態）と、広角噴霧用通路103aの弁体移動空間側口を閉じる一方で狭角噴霧用通路103bの弁体移動空間側口を開ける狭角噴霧位置（図20の状態）とに、移動可能に弁体移動空間105内に設けられている。

【0055】位置調節器107は、ECU90からの信号が入力する小型のステッピングモータ107aと、このステッピングモータ107aの駆動で動作するストッパ107bとを有している。位置調節器107は、そのストッパ107bが弁体106と接触して、弁体106を目的の位置に位置させる。具体的には、位置調節器107は、ECU90からの信号に応じて、弁体106を、前述した、弁閉位置、広角噴霧位置及び狭角噴霧位置に位置させる。

【0056】図18に示すように、弁体106が弁閉位置に位置して、弁ケーシング101の弁座101aに接触しているときには、燃料が本体移動空間105aから弁端部移動空間105bへ流れることができず、弁100から燃料噴射されない。また、図19に示すように、弁体106が僅かにリフトアップし広角噴霧位置に位置して、弁体106の弁端部106bが狭角噴霧用通路103bの弁体移動空間側口のみを塞いでいるときには、弁体移動空間105内の燃料は広角噴霧用通路103aを通り、その端の燃料出口104aから噴射される。この時の燃料の広がり噴霧角度は、120°になる。また、図20に示すように、弁体106が更にリフトアップし狭角噴霧位置に位置して、弁体106の弁端部106bが広角噴霧用通路103aの弁体移動空間側口のみ

を塞いでいるときには、弁体移動空間105内の燃料は狭角噴霧用通路103bを通り、その端部の燃料出口104bから噴射される。このときの燃料の広がり噴霧角度は、60°になる。

【0057】このように、本実施例の燃料噴射弁100でも噴霧広がり角度を変えることができるので、先の実施例の燃料噴射弁80の代わりに本実施例の燃料噴射弁100を用いても基本的に同様の効果を得ることができる。

【0058】ところで、本実施例の燃料噴射弁100は一の燃料出口104からの燃料噴射形状が棒状であり、先の実施例の燃料噴射弁20は一の燃料出口84からの燃料噴霧形状が円錐状であるため、図21に示すように、空気過剰率をいろいろと変えても、全般的に棒状噴霧の方が円錐状噴霧の方が炭化水素濃度が高くなってしまふ。これは、棒状噴霧の場合、燃料の広がりが悪く、局所的に濃い混合気が形成されるためである。従って、燃料噴射弁としては、一の燃料出口からの燃料噴霧形状が円錐状になるものを採用することが好ましい。

【0059】図22は、燃料を棒状に噴霧する燃料噴射弁による噴射時期と炭化水素濃度との関係を示している。噴射時期を早めると、着火までにシリンダ壁面に到達し、付膜を形成する燃料が増加し、炭化水素濃度が高くなる。前述したように、炭化水素濃度は、触媒コンバータの転換効率に関係するため、本実施例のような棒状噴霧式の燃料噴射弁100を採用する場合も、この転換効率を考慮して炭化水素濃度を制御することが好ましい。

【0060】次に、燃料噴射弁の第3の実施例について、図23を用いて説明する。本実施例の燃料噴射弁110では、図23に示すように、弁体として球状の弁体112を用いる。この球状弁体112は、可撓性を有する細い連結ロッド115によってピン116を介してピストン117と柔軟に結合されている。従って、弁ケーシング111の弁座111a等に機械的加工による偏心等の誤差が合ったとしても、この連結ロッド115により吸収できる。電磁弁119の弁体119aが引き上げられると、圧力室118の圧力が低下し、ピストン117がバネ114の力によって押し上げられ、球状弁体112が上昇し、弁座111aと球状弁体112との間が開いて、燃料が噴射される。可動部分は球状弁体112、ガイド113、連結ロッド115、ピストン117で、いずれも小さく、軽量であり、応答性が高く、1サイクルに2回噴射することが可能である。電磁弁119の弁体119aを閉じると、圧力室118の圧力が上昇し、ピストン117が押し下げられ、球状弁体112が閉じる。

【0061】ここでは、圧力室118の圧力調節に電磁弁119を用いているが、この電磁弁119の代わりに積層型の圧電素子を用いることもできる。図24に示す

ように、圧力室118を形成する壁面の一部に、積層型の圧電素子120を設ける。圧力室118には、燃料が流れ込むので、ここの圧力は高い。このため、ピストン117が押し下げられて、球状弁体112はケーシング111の弁座111aに押し付けられる共に、圧電素子120が押される。このように圧電素子120が押されると、コンデンサ121に電荷が蓄えられる。圧縮行程の終わりに、スイッチ122を閉じると、コンデンサ121に蓄えられていた電荷が放電され、圧電素子120が収縮して圧力室118内の圧力が低下する。この結果、ピストン117がわずかに上昇して、球状弁体112がわずかに持ち上げられ、燃料が噴射される。

【0062】次に、燃料噴射弁の第4の実施例について、図25及び図26を用いて説明する。本実施例の燃料噴射弁130は、図25に示すように、弁体移動空間132及びソレノイド収納部133が形成されている弁ケーシング131と、弁体移動空間132内で移動する弁体134と、弁閉の方向へ弁体134を付勢するスプリング136と、弁体134の端部に固定されているアーマチュア135と、アーマチュア135と共に弁体134を移動させるソレノイド137と、ソレノイド137を駆動するソレノイド駆動回路140と、弁ケーシング131内に入ってくる燃料中の異物を除去する燃料フィルタ138とを備えている。弁の開閉は、ソレノイド137を励磁又は消磁して、弁体134を移動させる。具体的には、ソレノイド137を励磁したときには、弁体134はスプリング力に抗して開き、消磁したときには、弁体134はスプリング力により閉じる。

【0063】ソレノイド駆動回路140は、図26に示すように、互いに並列に設けられている低圧電源141及び高圧電源142と、いずれか一方の電源のみからの電圧をソレノイド137に印加するための切替スイッチ143と、ソレノイド137に流れる電流量を制御するためのトランジスタ144とを有している。弁体134を上昇させる際（弁開動作）には、高圧電源142からの電圧がソレノイド137に印加するようにスイッチ143を操作する。弁体134の上昇が完了し、その状態を維持しておく際には、低圧電源141からの電圧がソレノイド137に印加するようにスイッチ143を操作する。このように、弁体134を動作させる際には高圧電源142を使用しているため、応答性を高めることができ、1サイクル中に二回燃焼噴射することもできる。また、弁体134を特定の位置に保持しておく際には低圧電源141を使用しているため、消費電力を少なくすることができると共にソレノイド137の過熱を防止することもできる。

【0064】なお、以上の燃料噴射弁の第3及び第4の実施例は、いずれも燃料の広がり噴霧角度を変えることができないが、噴霧角度を変えることができる第1及び第2の実施例の燃料噴射弁80、100において、これ

らの実施例の特徴部分である、可撓性を有する連結ロッド115を使用しても、弁体の移動にソレノイド137を使用し、このソレノイド137の駆動で高電圧電源142と低電圧電源141とを切り替えるようにしてもよい。

【0065】図27は、シリンダ室内からシリンダヘッドを見た状態を示している。同図において、噴射ノズル310には、近接して二つの噴孔311、312が設けられている。各噴孔311、312は、それぞれ、噴霧313、314を形成する。噴霧313と噴霧314との間の干渉する領域に点火プラグの電極315、316を設ける。この点火プラグの電極315、316間の放電によって生じた火炎核317及び318は、噴霧313と噴霧314とによって矢印の方に移動する。この領域は、噴霧313と314の中心部の速度より小さくなっているため、火炎核317と火炎核318とが噴霧によって冷却されることが少ない。ある時点で、噴射ノズル310を閉じると、図示の点で火炎核317と318が停止し、火炎伝播が開始される。ここでは、図28に示すように、火炎核の形成に先立ち、吸気工程中に主燃料をシリンダ12内に噴射し、均一混合気を造っており、圧縮工程の最後に点火用燃料を噴射して、確実な点火を確保するようにしている。このため、燃料は1サイクルに2回噴射する必要がある。

【0066】燃料を1サイクルで2回噴射するために、先の実施例における分配器60を図29に示すように変形する必要がある。なお、同図に示す分配器において、先の実施例と同一部位に関しては、同一の符号を付し、重複した説明を省略する。

【0067】本実施例の分配器150は、先の実施例の分配器60の噴射時期調節リング77を変形したものである。本実施例の噴射時期調節リング157は、プランジャー中心軸を中心として対象な位置の二つのケーシング燃料出口63a、63dのうち、一方のケーシング燃料出口63aにプランジャー第一燃料出口67cが通じているときに、他方のケーシング燃料出口63dにプランジャー第二燃料出口67dも通じるように、リング157の各連通孔157a、157d、…を形成している。従って、プランジャー中心軸を中心として対象な位置の二つのケーシング燃料出口のうち、一方のケーシング燃料出口から燃料が出ているときには、他方のケーシング燃料出口からも燃料が出るようになる。具体的には、同図に示すように、第1気筒用のケーシング燃料出口63aから燃料が出ているときには、第4気筒用のケーシング燃料出口63dからも燃料が出るようになる。

【0068】ところで、4気筒エンジンの場合、図14に示すように、第1気筒が排気工程から吸気工程になるときには、第4気筒は圧縮工程から爆発工程になるときに、第1気筒が圧縮工程から爆発工程になるときには、第4気筒は排気工程から吸気工程になるときである。従

って、図28に示すように、主燃料噴射と点火用燃料噴射を行う場合、第1気筒において主燃料噴射を行っているときに、第4気筒において点火用燃料噴射を行い、第4気筒において主燃料噴射を行っているときに、第1気筒において点火用燃料噴射を行えばよい。そこで、本実施例では、第1気筒用のケーシング燃料出口63aから燃料が出ているときには、第4気筒用の燃料出口63dからも燃料が出るようにしている。

【0069】但し、一方のケーシング燃料出口63aから主燃料（燃料量が多い）を出すときには、他方のケーシング燃料出口63dからは点火用燃料（燃料量が少ない。）を出す必要があるために、一方のケーシング燃料出口63aとプランジャー第一燃料出口67cとが完全に通じている状態でも、他方のケーシング燃料出口63dとプランジャー第二燃料出口67dが半開通状態になるよう、リング157の各連通孔157a、157d、…は形成されている。なお、同図において、第4気筒で主燃料噴射を行い、これと同時に、第1気筒で点火用燃料噴射を行う場合には、噴射時期調節リング157を僅かに右に移動させればよい。

【0070】本実施例の分配器150のように、プランジャー中心軸を中心として対象な位置の二つのケーシング燃料出口63a、63dのうち、一方のケーシング燃料出口63aから燃料が出ているときに、他方のケーシング燃料出口63dからも同時に燃料が出るようにすると、各燃料噴射弁に流量特性差がある場合、その流量特性に著しく影響を受け、主噴射量と点火用噴射量とのいずれもが目的量を得ることができない。すなわち、例えば、一方の燃料噴射弁の圧力損失が大きく、他方の燃料噴射弁の圧力損失が小さい場合、同一の燃料供給源から同時に燃料を供給しようとすると、一方の燃料噴射弁には目的の量より少ない燃料しか供給されず、他方の燃料噴射弁には目的の量より多い燃料が供給されてしまう。そこで、ここでは、各燃料噴射弁に流量特性差があったとしても、各燃料噴射弁に目的量の燃料を供給することができる分配器について、分配器の第3の実施例として図30を用いて説明する。

【0071】同図に示す分配器160は、プランジャー中心軸を中心として、プランジャー第一燃料出口167cに対してプランジャー第二燃料出口167dを180°の方向に伸ばさず、180°よりいくらか小さい角度の方向に伸ばしてたものである。なお、その他の構成に関しては、図29に示す分配器150の第2の実施例と同一である。このように各プランジャー燃料出口167c、167dを形成することにより、例えば、第4気筒用の燃料噴射弁に燃料を供給しているときには、第1気筒用の燃料噴射弁に燃料は供給されず、僅かに遅れて第1気筒用の燃料噴射弁に燃料が供給されることになる。従って、分配器160から各燃料噴射弁に同時に燃料が供給されることはなく、各燃料噴射弁に流量特性差があ

ったとしても、各燃料噴射弁にほぼ目的量の燃料を供給することができる。

【0072】次に、燃料ポンプの実施例について、図31～図33を用いて説明する。以上の各種実施例では、一個の燃料ポンプ（図示されていない。）からの燃料を燃料分配器により各気筒ごとの燃料噴射弁に供給するようにはしていたが、ここでは、各気筒毎に燃料ポンプを設け、それぞれの燃料ポンプから対応する燃料噴射弁に燃料を供給する、いわゆる列型噴射ポンプと呼ばれているものに関して説明する。

【0073】本実施例の燃料ポンプ170は、ポンプケーシング171と、ポンプケーシング171内で往復移動するピストン172と、ピストン172を往復移動させるピストン駆動機構173とを有している。このピストン駆動機構173は、クランクシャフトとタイミングベルト等を介して連結されているカムシャフト174と、このカムシャフト174の回転に伴って回転するようカムシャフト174に固定されている進みカム175a及び遅れカム175bと、進みカム175aの外周面に接するよう配されている進みカムフォロアーロッド176aと、遅れカム175bの外周面に接するよう配されている遅れカムフォロアーロッド176bと、ピストン172の端部に接触している揺動ロッド176cと、進みカムフォロアーロッド176aと遅れカムフォロアーロッド176bと揺動ロッド176cをそれぞれ独自に揺動可能に支持する支持ピン178と、二つのカムフォロアーロッド176a、176bのうち一方の動きに合わせて揺動ロッド176cを揺動させるタイミング切替ピン179と、このタイミング切替ピン179を移動させるソレノイド（図示されていない。）とを有している。進みカムフォロアーロッド176a、遅れカムフォロアーロッド176b、揺動ロッド176cは、互いに平行に配され、それぞれの一方の端部が支持ピン178で支持されている。揺動ロッド176cの他方の端部には、タイミング切替ピン179が貫通する切替ピン貫通孔177cが形成され、進みカムフォロアーロッド176aの他方の端部及び遅れカムフォロアーロッド176bの他方の端部には、タイミング切替ピン179の端部が嵌まり込む切替ピン嵌合部177a、177bが形成されている。タイミング切替ピン179は、揺動ロッド176cの切替ピン貫通孔177cには常に挿通されているが、その端部は、自身の位置に応じて、進みカムフォロアーロッド176aの嵌合部177aと遅れカムフォロアーロッド176bの嵌合部177bとのうち、いずれか一方に嵌まり込むことになる。

【0074】この燃料ポンプ170は、以下のように動作する。クランクシャフトが回転して、カムシャフト174が回転すると、これに固定されている進みカム175a及び遅れカム175bが回転する。これらのカム175a、175bが回転すると、これらのカム175

a, 175bの外周面に接しているカムフォロアーロッド176a, 176bは、接触しているカム形状に応じて支持ピン178を中心として揺動する。このとき、タイミング切替ピン179が進みカムフォロアーロッド176aの嵌合部177aに嵌まっていると、進みカムフォロアーロッド176aの揺動に合わせて揺動ロッド176cも揺動する。また、タイミング切替ピン179が遅れカムフォロアーロッド176bの嵌合部177bに嵌まっていると、遅れカムフォロアーロッド176bの揺動に合わせて揺動ロッド176cも揺動する。ピストン172は、このような揺動ロッド176cの揺動に応じて、往復移動する。

【0075】以上のように、ECU90からの指示でソレノイドを駆動して、タイミング切替ピン179を移動させることで、二つのカム175a, 175bのうち、一方のカム動作にあったピストン動作をさせることができるので、図33に示すように、燃料噴射時期を変えることができる。

【0076】

【発明の効果】燃料の噴射時期や燃料の広がり噴霧角度は、エンジンから排気される炭化水素濃度一定の関係がある。また、触媒の転換効率と排気ガス中の炭化水素濃度とにも、一定の関係がある。そこで、これらの関係を予め調べておき、本発明の燃料噴射弁を用いて、燃料の噴射時期や燃料の広がり噴霧角度を制御すれば、排気ガス中の有害物質を効率良く除去することができる。

【0077】また、部分負荷時には、燃料の広がり噴霧角度を広くして、燃料噴射弁からの燃料が点火プラグの端子の方向に向かせて、この端子近傍に良好な混合気を形成し、高負荷時には、燃料の広がり角度を狭くすると共に燃料噴射時期を早めて空気との混合を促進するので、広い運転範囲に渡って安定燃焼を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る一実施例のエンジン回りの構成図である。

【図2】本発明に係る一実施例のエンジンのシリンダヘッド回りの構成図である。

【図3】吸気管の曲率半径と圧力損失との関係を示すグラフである。

【図4】本発明に係る一実施例の吸排気バルブ駆動機構の構成図である。

【図5】吸気ポート噴射と筒内噴射とにおける、アイドリング時のエンジン回転数の安定性を示すグラフである。

【図6】本発明に係る第1の実施例の燃料噴射弁（広角噴霧位置の状態）の断面図である。

【図7】本発明に係る第1の実施例の燃料噴射弁（狭角噴霧位置の状態）の断面図である。

【図8】本発明に係る第1の実施例の燃料噴射弁と点火

プラグとの位置関係を示す説明図である。

【図9】本発明に係る第1の実施例の燃料噴射弁を用いた際の、広がり噴霧角度毎の噴射時期と炭化水素濃度との関係を示すグラフである。

【図10】炭化水素濃度と触媒の窒素酸化物-窒素転換効率との関係を示すグラフである。

【図11】本発明に係る第1の実施例の燃料分配器（第1気筒に燃料供給中）の断面図である。

【図12】本発明に係る第1の実施例の燃料分配器（第4気筒に燃料供給中）の断面図である。

【図13】図11におけるXIII-XIII線断面図である。

【図14】本発明に係る第1の実施例の燃料分配器による各気筒への燃料供給時期を示すタイミングチャートである。

【図15】本発明に係る一実施例の触媒コンバータの構成を示す説明図である。

【図16】本発明に係る一実施例の触媒コンバータの温度変化による機能変化を示すグラフである。

【図17】本発明に係る一実施例のミラーサイクルエンジンの動作を示す説明図である。

【図18】本発明に係る第2の実施例の燃料噴射弁（弁閉位置の状態）の断面図である。

【図19】本発明に係る第2の実施例の燃料噴射弁（広角噴霧位置の状態）の断面図である。

【図20】本発明に係る第2の実施例の燃料噴射弁（狭角噴霧位置の状態）の断面図である。

【図21】噴霧形状毎の、空気過剰率と炭化水素濃度との関係を示すグラフである。

【図22】棒状噴霧のときの燃料噴射時期と炭化水素濃度との関係を示すグラフである。

【図23】本発明に係る第3の実施例の燃料噴射弁の断面図である。

【図24】本発明に係る第3の実施例の燃料噴射弁の変形例の要部断面図である。

【図25】本発明に係る第4の実施例の燃料噴射弁の断面図である。

【図26】本発明に係る第4の実施例の燃料噴射弁のソレノイド駆動回路の回路図である。

【図27】本発明に係る他の実施例の燃料噴射弁と点火プラグとの位置関係を示す説明図である。

【図28】本発明に係る他の実施例の燃料噴射時期を示すタイミングチャートである。

【図29】本発明に係る第2の実施例の分配器の断面図である。

【図30】本発明に係る第3の実施例の分配器の断面図である。

【図31】本発明に係る一実施例の燃料ポンプの構成を示す説明図である。

【図32】図31におけるXXXII矢視図である。

25

【図33】本発明に係る一実施例の燃料ポンプを用いた際の燃料噴射時期を示すタイミングチャートである。

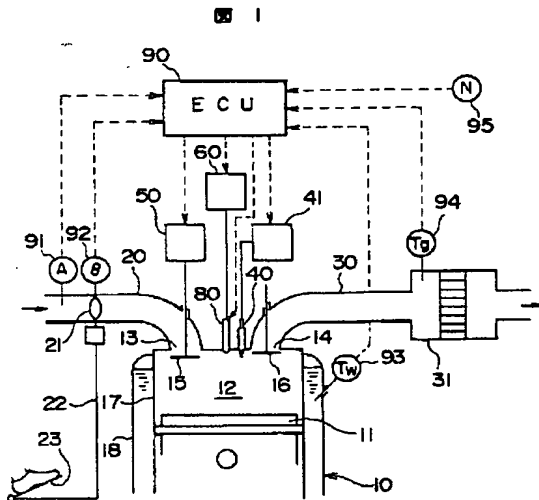
【符号の説明】

10…4サイクルエンジン、11…ピストン、12…シリンダ室内、13…吸気ポート、14…排気ポート、15…吸気バルブ、16…排気バルブ、17…シリンダ、20…吸気管、21…スロットルバルブ、30…排気管、31…触媒コンバータ、31a…金属イオン交換ゼオライト触媒、31b…白金アルミナ系触媒、40…点火プラグ、50…吸排気バルブ駆動機構、60、15

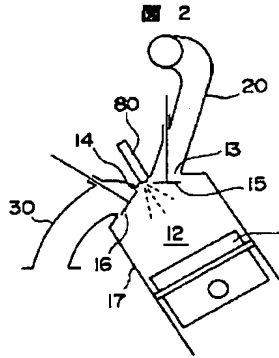
26

0、160…燃料分配器、61…分配器ケーシング、62…分配器燃料入口、63…分配器燃料出口、66…分配器プランジャー、68…燃料流量調節機構、70…プランジャー駆動機構、76…燃料噴射時期調節機構、80、100、110、130…燃料噴射弁、81…弁ケーシング、82…弁体空間入口側通路、82a…広角噴霧用通路、82b…狭角噴霧用通路、83…弁体空間出口側通路、84…燃料噴出口、85…弁体移動空間、86…弁体、87…弁体位置調節器、90…ECU、170…列型燃料ポンプ。

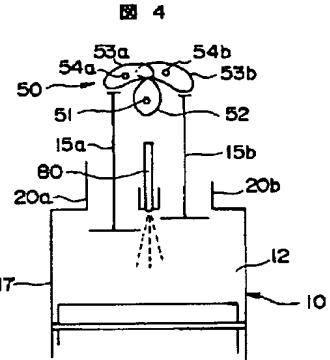
【図1】



【図2】

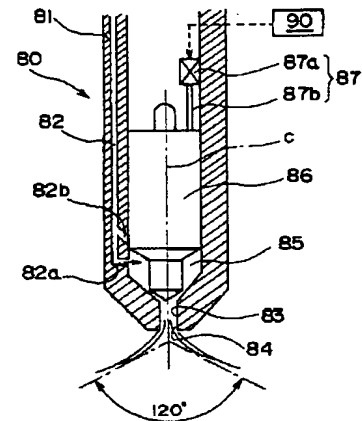


【図4】

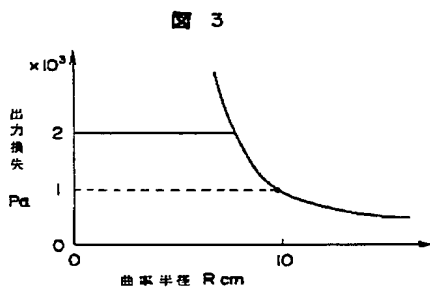


【図6】

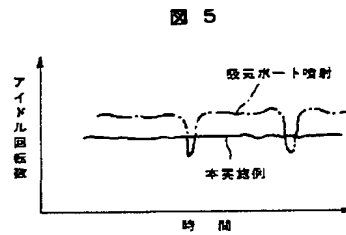
図 6



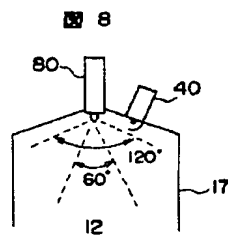
【図3】



【図5】



【図8】



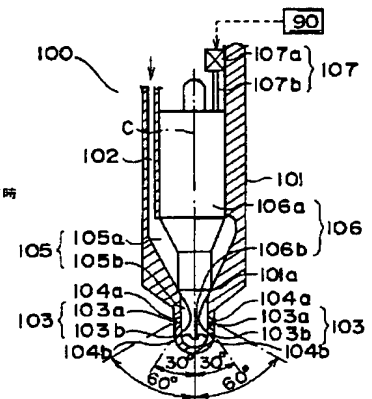
【☒ 10】



12

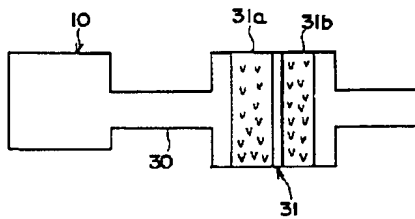


13



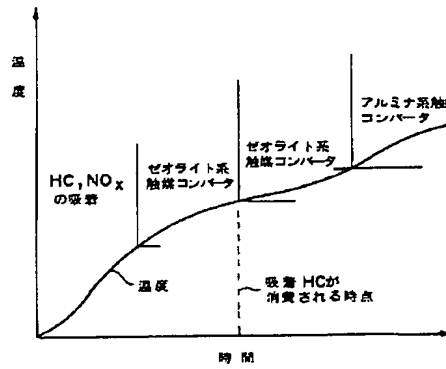
【図15】

図 15



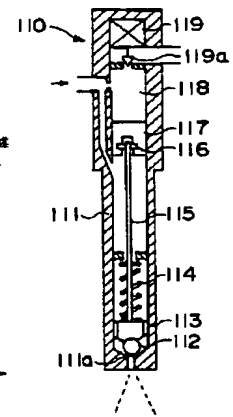
【図16】

図 16



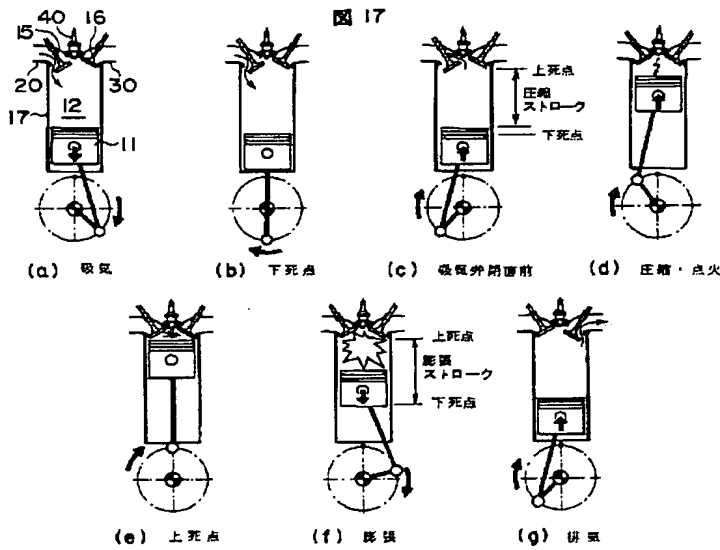
【図23】

図 23



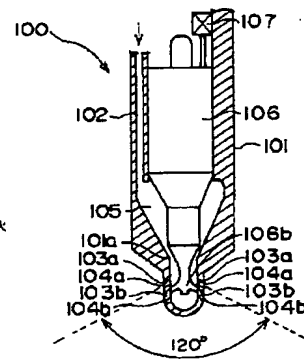
【図17】

図 17



【図19】

図 19

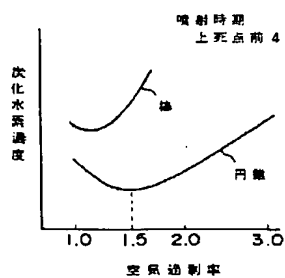


【図20】

図 20

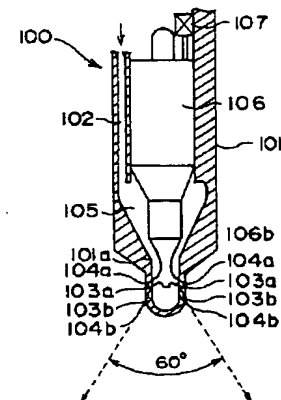
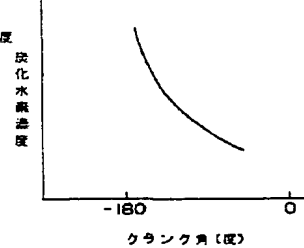
【図21】

図 21

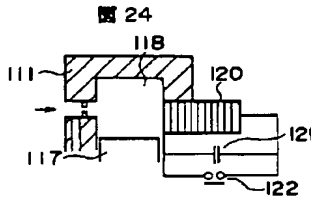


【図22】

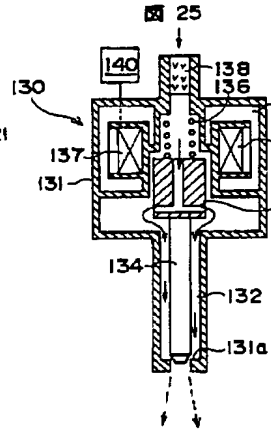
図 22



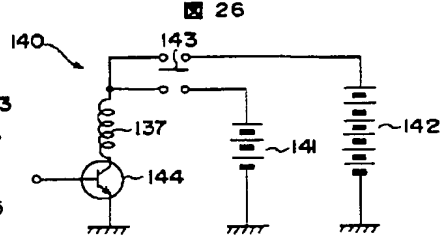
【図24】



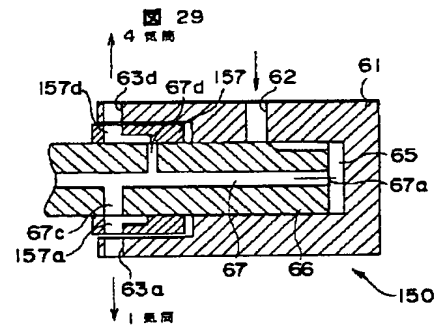
【図25】



【図26】

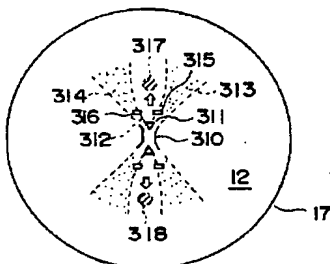


【図29】



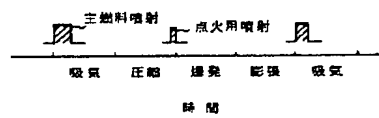
【図27】

図27



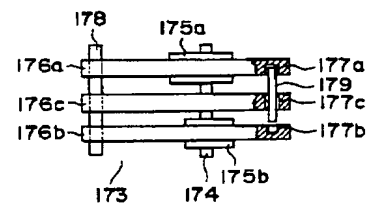
【図28】

図28



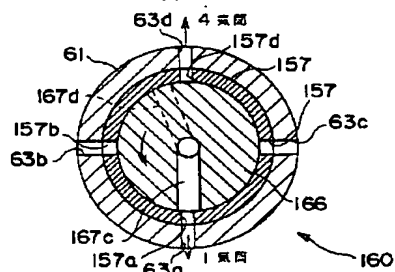
【図32】

図32



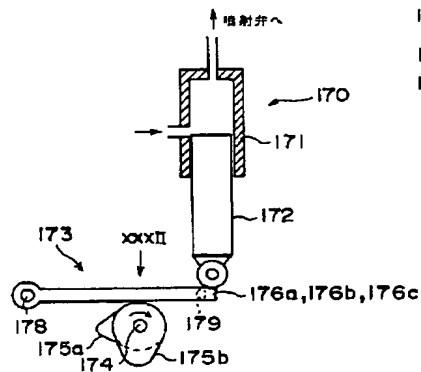
【図30】

図30



【図31】

図31

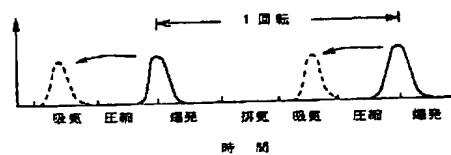


(18)

特開平8-177684

【図33】

図 33



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

F 0 2 M 61/10

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

P

(72)発明者 野木 利治

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 大須賀 稔

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内